

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Aktivna distribucijska omrežja  
**Course title:** Active distribution networks

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64809

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
	30				95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Igor Papič

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni /elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v letnik študija. Enrollment in the study year.

### Vsebina:

Posledice naraščajoče skrbi za okolje, splošno pomanjkanje energije v zahodni Evropi, dostopnost nekaterih novih tehnologij za proizvodnje električne energije, vključevanje razpršenih virov energije – RV v distribucijska omrežja.  
Postopen prehod klasičnega pasivnega distribucijskega omrežja v aktivno omrežje z viri na strani porabe, določitev koncepta aktivnega distribucijskega omrežja. Pregled razpršenih virov, zahteve pri vključevanju in ocena potencialov v Sloveniji. Vpliv razpršenih virov na obratovanje distribucijskega omrežja; napetostne razmere, pretoki moči, jalova energija, kakovost električne energije, delovanje zaščite, vodenje, vzdrževanje in načrtovanje.  
Temeljne tehnologije, ki omogočajo delovanje aktivnega omrežja: viri električne energije z možnostjo krmiljenja, hranilniki električne energije, sodobne kompenzacijske naprave, napredne informacijske in komunikacijske tehnologije.

### Content (Syllabus outline):

Consequences of growing environmental concern, general lack of energy resources in western Europe, availability of new technologies for production of electrical energy, penetration of distributed energy resources – DER in distribution networks.  
Gradual transition of classical passive distribution network into an active network with resources on the consumption side, specification of the concept of an active distribution network. Overview of distributed energy resources, interconnection requirements and assessment of potential in Slovenia. The influence of distributed energy resources on the operation of a distribution network: voltage profile, power flows, reactive power, power quality, protection, control, maintenance and planning.  
Key technologies enabling the operation of an active distribution network: energy resources with control capabilities, energy storage systems, modern compensation devices, advanced information and communication technologies.

### Temeljna literatura in viri/Readings:

Papič I et al. (2012) Program razvoja pametnih omrežij v Sloveniji, 1. del Distribucijsko omrežje. Fakulteta za elektrotehniko – Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana  
EU Commission (2009-2014) Metamorphosis of Power Distribution: System Services from Photovoltaics – MetaPV. The seventh Framework Programme, Brussels

EU Commission (2006) Vision and Strategy for European Electricity Networks of the Future. European SmartGrids Technology Platform, Brussels  
 Jenkins N, Allan R, Crossley P, Kirschen D, Strbac G (2000) Embedded generation. IEE, London

**Cilji in kompetence:**

Študent bo spoznal vpliv razpršenih virov na načrtovanje in obratovanje distribucijskih omrežij. Pridobil bo osnovno znanje o tehnologijah in konceptih pametnih omrežij.

**Objectives and competences:**

The student will learn the impact of distributed generation on the design and operation of distribution networks and will acquire the basic knowledge of Smart Grids technologies and concepts.

**Predvideni študijski rezultati:**

Znanje in razumevanje:  
 Študent bo razumel vpliv razpršenih virov na obratovanje distribucijskega omrežja.  
 Uporaba:  
 uporaba v praksi pri načrtovanju omrežja in vključevanju razpršenih virov.  
 Refleksija:  
 Razumevanje povezave novimi tehnologijami in strukturo elektroenergetskega omrežja.  
 Prenosljive spretnosti:  
 Znanje o načrtovanju in obratovanju distribucijskega omrežja.

**Intended learning outcomes:**

Knowledge and understanding:  
 The student will understand the impact of distributed generation on distribution network operation.  
 Application:  
 Practical application in network design and interconnection of distributed generation.  
 Reflection:  
 Understanding the connection between new technologies and structure of the power network.  
 Transferable skills:  
 Knowledge of design and operation of distribution network.

**Metode poučevanja in učenja:**

Seminar, konzultacije.

**Learning and teaching methods:**

Seminar, consultations.

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

Seminar Ustni zagovor		Seminar Oral defence
Seminar	50,00 %	Seminar
Ustni zagovor	50,00 %	Oral defence

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Kolenc M, Papič I, Blažič B (2012) Minimization of losses in smart grids using coordinated voltage control. *Energies*, 10:3768-3787  
 Maksić M, Papič I (2012) Calculating flicker propagation in a meshed high voltage network with interharmonics and representative voltage samples. *International journal of electrical power & energy systems* 1:179-187  
 Božiček A, Blažič B, Papič I (2011) Performance evaluation of a time-optimal current controller for a voltage-source converter and comparison with a hysteresis controller. *IEEE transactions on power delivery* 2:859-868  
 Božiček A, Blažič B, Papič I (2010) Time optimal current control with constant switching frequency for STATCOM. *Electric power systems research*, 8:925-934  
 Maksić M, Papič I (2010) The calculation of flicker propagation in part of the Slovenian transmission network. *International journal of electrical power&energy systems* 9:1037-1048

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Ambientna inteligenca v multimedijskih okoljih  
**Course title:** Ambient intelligence in multimedia environments

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64876

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Matej Zajc

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	

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

**Prerequisites:**

Vpis v 1. letnik doktorskega študija

Enrolment in the 1st year of doctoral study programme

**Vsebina:**

Pametni multimedijski senzorji s sposobnostjo zajemanja, shranjevanja in obdelave avdio in video signalov za razpoznavo položaja in interakcije. Inteligenca naravnih in umetnih sistemov. Uporabniku prilagojena interakcija, ki omogoča preprost dostop do multimedijskih okoljih (iskanje, raziskovanje, manipulacijo in nadzor medijev in naprav). Multimodalnost: uporaba različnih vrst senzorjev (kamera, mikrofona, senzorji pospeška, itd). Interakcija med napravami. Vizualizacija in animacija zaznavanja, odločanje in implicitne interakcije, ki podpirajo uporabnikovo razumevanje in napoved obnašanja sistema. Vrednotenje različnih naprednih multimedijskih pristopov za interakcije z gestami, z dotikom in oprijemljivimi vmesniki. Problematika izvedbe multimedijskega sistema za delo v realnem času. Aplikacije, ambientne tehnologije, ambientne igre, inteligentna okolja za izobraževanje, ambientna predstavitev umetnosti in kulturne dediščine.

**Content (Syllabus outline):**

Smart multimedia sensors with the ability to capture, store, and process audio and video signals for situation recognition and implicit interaction purposes. Intelligence of natural and artificial systems. Human-centric interaction allowing users an easy access to multimedia environments (search, exploration, manipulation and control of media and devices). Multi-modality: utilization of various categories of sensors (camera, microphone, accelerometer, etc.). Multi-device interaction. Visualization and animation of sensing, decisions, and implicit interactions supporting users understanding and prediction of system's behaviour. Evaluation of different advanced multimedia approaches for interaction, e.g., gesture, touch, tangible interaction. Implementation issues of real-time multimedia system. Applications, ambient technologies, ambient games, ambient intelligent environments for education, ambient presentation of arts and cultural heritage.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- [1] Nakashima H, Hamid A, Augusto JC (2009) Handbook of ambient intelligence and smart environments. Springer
- [2] Damiani E, Jeong J (2009) Multimedia techniques for device and ambient intelligence. Springer
- [3] Aghajan H, Augusto JC, López-Cózar Delgado R (eds) (2009) Human-centric interfaces for ambient intelligence. Academic Press.

**Cilji in kompetence:**

**Objectives and competences:**

Cilj predmeta je predstaviti interdisciplinarno področje, kjer študent na izbranem primeru integrira in nadgradi znanja o ambientni inteligenci. Razumevanje intelligence v sodobnih informacijsko-komunikacijskih in multimedijjskih sistemih v odnosu do uporabnika.	The goal is to present an interdisciplinary field where student integrates and extends his/her knowledge on ambient intelligence with selected case study. Understanding intelligence in modern information-communication and multimedia systems in relation to the user.
--	---

**Predvideni študijski rezultati:**

Poznavanje komunikacijsko-informacijskih tehnologij in multimedijjskih tehnologij ter njihove uporabe v različnih pametnih okoljih. Razumevanje razvoja mentalnega modela uporabnika v okoljih z ambientno inteligenco in multimedijjsko podporo. Razumevanje osnov umetne inteligence, osnov medčloveškega komuniciranja, poznavanje osnov modeliranja ter interaktivnih komunikacijskih postopkov.

**Intended learning outcomes:**

Knowledge of communications and information technologies and multimedia technologies and their use in different smart environments. Understanding the development of user's mental model of ambient intelligence and multimedia-based environments. Understanding foundations of artificial intelligence, basics of interpersonal communication, understanding basics of modelling and interactive communication processes.

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja, konzultacije, mentorirano projektno delo.

**Learning and teaching methods:**

Auditorium lectures, consultations, supervised project work.

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Projekt Ustni zagovor projekta		Project report Oral defence of the project
Projekt	70,00 %	Project report
Ustni zagovor projekta	30,00 %	Oral defence of the project

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

ZAJC, Matej, ISTENIČ STARČIČ, Andreja. Potentials of the Tangible User Interface (TUI) in enhancing inclusion of people with special needs in the ICT-assisted learning and e-accessibility. *Lect. notes comput. sci.*, 2012, str. 261-270.

ZAJC, Matej, ISTENIČ STARČIČ, Andreja. Interactive multimedia t-learning environments : potential of DVB-T for learning. V: ISTENIČ STARČIČ, Andreja (ur.), ŠUBIC KOVAČ, Maruška (ur.). University & industry knowledge transfer and innovation. Athens [etc.]: WSEAS Press, 2009, str. 103-123.

ISTENIČ STARČIČ, Andreja, COTIČ, Mara, and ZAJC, Matej. Design-based research on the use of a tangible user interface for geometry teaching in an inclusive classroom. *British journal of educational technology*, ISSN 0007-1013, sep. 2013, vol. 44, no. 5, str. 729-744, ilustr., doi: 10.1111/j.1467-8535.2012.01341.x.

PLESNIK, Emil, MALGINA, Olga, TASIČ, Jurij F., and ZAJC, Matej. Detection of the electrocardiogram fiducial points in the phase space using the euclidian distance measure. *Medical engineering & physics*, ISSN 1350-4533. [Print ed.], May 2012, vol. 34, no. 4, str. 524-529, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medengphy.2012.01.005>, doi: 10.1016/j.medengphy.2012.01.005.

ISTENIČ STARČIČ, Andreja, ALIČ, Kemal, ZAJC, and Matej. The Delphi Technique as a Participatory Methodology in Design, Development and Evaluation of T-Learning : E-learning Evaluation as a Social Practice. V: PSAROMILIGKOS, Y. (ur.). Evaluation in e-learning, (Advances in Operations Research). New York: Nova Science Publishers, 2012, str. 175-188.

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Analiza medicinskih slik  
**Course title:** Medical Image Analysis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64882

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	15	15			65	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Franjo Pernuš

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

Priporočeno je poznavanje matrične algebre, diferencialnih enačb in MATLABa.

**Prerequisites:**

Recommended basic knowledge of matrix algebra, differential equations and MATLAB.

**Vsebina:**

- Uvod: zgodovina, pomen in področja računalniško podprte analize slik v medicini.
- Izvori medicinskih slik: rentgensko slikanje, računalniška tomografija, magnetno resonančno slikanje, ultrazvok in nuklearna medicina.
- Razgradnja in kvantitativna analiza slik: delitev in uporaba postopkov, prilagodljivo upravljanje, razgradnja na osnovi odvodov, razgradnja s širjenjem, združevanjem in razdruževanjem področij, razgradnja na osnovi razvrščanja ter razgradnja na osnovi poravnave modelov. Vrednotenje rezultatov razgradnje.
- Poravnava: pomen poravnave slik v medicini, klasifikacija postopkov poravnave, modeliranje geometrijskih preslikav in deformacij, točkovne metode, določevanje in prilaganje kontrolnih točk, postopki na osnovi površin, postopki na osnovi mere podobnosti, analiziranje in vrednotenje postopkov poravnave, klinični primeri poravnave in integracije slik.
- Slikovno vodeni posegi v medicini: sistemi za sledenje in navigacijo, vizualizacija v slikovno vodene posegih, načrtovanje posegov, poravnava slik, modelov in načrtov posega s pacientom ali s slikami pacienta, vrednotenje zanesljivosti in točnosti slikovno vodenih posegov, klinična uporaba.

**Content (Syllabus outline):**

- Introduction: history, importance and areas of computer-aided analysis of medical images.
- Medical image sources: X-ray imaging, computed tomography, magnetic resonance imaging, ultrasound, nuclear medicine and molecular imaging.
- Image segmentation and quantitative analysis: classification and applicability of methods, (adaptive) thresholding, edge-based segmentation techniques, region growing, segmentation with clustering, deformable models, atlas-based methods. Validation of image segmentation methods.
- Image registration: clinical applications of image registration, classification of registration methods, spatial transformation models, within- and across-modality registration, landmark-based registrations, surface based registrations, intensity based registrations, similarity measures. Validation of registration methods.
- Image guided procedures: tracking devices, visualization in image-guided procedures, planning, registration of preoperative images, models and plan with intraoperative images, 3D-2D registration, validation of image guided procedures, clinical applications.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

Sonka M, Fitzpatrick JM (eds) (2009) Handbook of Medical Imaging, Vol 2, Medical Image Processing and Analysis, SPIE Publications  
 Bankman IN(ed) (2008) Handbook of Medical Image Processing and Analysis, 2nd edn., Academic Press, San Diego  
 Peters T, Cleary K (eds) (2008) Image-Guided Interventions: Technology and Applications, Springer  
 Birkfellner W (2014) Applied Medical Image Processing. A basic course, 2nd edn., CRC Press

**Cilji in kompetence:**

Spoznati pomen ter osnovne principe analize medicinskih slik, ki so danes nepogrešljive pri postavljanju diagnoze, načrtovanju, simulaciji in izvedbi posega ter pri spremljanju učinkov zdravljenja oziroma napredovanja bolezni. Pridobiti znanje za analitično, numerično in eksperimentalno analizo medicinskih slik.

**Objectives and competences:**

To gain understanding of the importance and the basic principles of medical image analysis, which are nowadays an indispensable tool for diagnosis, planning, simulation and execution of medical procedures and for monitoring the effects of therapy and progression of disease. To acquire basic knowledge for analytical, numerical and experimental analysis of medical images.

**Predvideni študijski rezultati:**

**Znanje in razumevanje:** Študent bo razumel pomen analize slik v medicini ter osnovne principe razgradnje, poravnave in integracije slik. Znal bo analitično, numerično in eksperimentalno analizirati medicinske slike.

**Uporaba:** Študenti bodo pridobili znanja in spretnosti, ki so koristna za poklic, ki je povezan z analizo slik v kliničnem okolju, kliničnih raziskavah, znanstveno raziskovalnem delu ali tehnološkem razvoju.

**Prenosljive spretnosti:** Študenti bodo pridobili splošne prenosljive spretnosti, ki so potrebne v multidisciplinarnem znanstvenem ali kliničnem raziskovalnem okolju. Znanja bodo lahko uporabili tudi na področju avtomatske vizualne kontrole v industriji.

**Intended learning outcomes:**

**Knowledge and understanding:** The students will gain an understanding of the importance of medical images and of the basic principles of image segmentation, registration and information integration. They will gain knowledge to analytically, numerically and experimentally analyse the medical images.

**Application:** Equip the students with the knowledge and skills required for a career in an image-related field in clinical practice, clinical research, scientific research or technical development.

**Transferable skills:** The students will be equipped with generic transferrable skills required in a multidisciplinary scientific or clinical research environment. They will be able to use their skills in automated visual inspection in industry.

**Metode poučevanja in učenja:**

V primeru zadostnega števila vpisanih študentov bodo predavanja potekala skozi celotni semester, sicer pa nekaj uvodnih predavanj, potem pa samostojni študij, vaje in seminarji pod mentorstvom nosilca.

**Learning and teaching methods:**

Lectures throughout the semester if a sufficient number of students select this course. Otherwise, some introductory lectures, followed by individual research, tutorials and seminars under the supervision of the lecturer.

**Načini ocenjevanja:****Delež/Weight****Assessment:**

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Vaje, seminar in pisni izpit.		Tutorial, seminar and written exam.
vaje	10,00 %	tutorial
seminar	60,00 %	seminar
izpit	30,00 %	exam

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Galimzianova A, **Pernuš F**, Likar B, Špiclin Ž (2015) Robust Estimation of Unbalanced Mixture Models on Samples with Outliers. IEEE Tr on Pattern Analysis Machine Intelligence 37/11:2273-2285  
 Ibragimov B, Likar B, **Pernuš F**, Vrtovec T (2014) Shape representation for efficient landmark-based segmentation in 3-D. IEEE Tr on Medical Imaging 33/4:861-874  
 Mitrović U, Špiclin Ž, Likar B, **Pernuš F** (2013) 3D-2D registration of cerebral angiograms : a method and evaluation on clinical images. IEEE Tr on Medical Imaging 32/8:1550-1563

Špiclin Ž, Likar B, **Pernuš F** (2012) Groupwise registration of multimodal images by an efficient joint entropy minimization scheme. IEEE Tr. on Image Processing 21/5:2546-2558  
Ibragimov B, Likar B, **Pernuš F**, Vrtovec T (2012) A game-theoretic framework for landmark-based image segmentation. IEEE Tr on Medical Imaging 31/9:1761-1776

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Doktorska disertacija  
**Course title:** Doctoral dissertation

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64869

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					500	20

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

**Vrsta predmeta/Course type:** obvezni/obligatory

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

**Prerequisites:**

Vpis v doktorski študij.

Enrolment in the program.

**Vsebina:**

Študent izdelava doktorsko disertacijo in opravi njen javni zagovor. V doktorskem delu pokaže kandidat poleg usposobljenosti za znanstveni način mišljenja in sposobnosti raziskovalnega dela tudi izvirne prispevke k znanosti, ki jih objavi v najmanj enem članku v prvem avtorstvu v reviji s faktorjem vpliva po SCIE. Doktorska disertacija je izvirni prispevek k znanosti, ki mora biti pripravljena v skladu z določili Statuta Univerze v Ljubljani in pravili o doktorskem študiju.

**Content (Syllabus outline):**

Students complete and publicly present their doctoral dissertation. In the doctoral work, in addition to demonstrating their capacity for thinking in a scientific manner and their aptitude for research work, the candidates also give proof of original contributions to science, which are usually published in international scientific publications indexed by SCIE. The doctoral dissertation is an original contribution to science, which is prepared in accordance with the provisions of the Statute of the University of Ljubljana and the Rules on doctoral studies.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

**Cilji in kompetence:**

**Objectives and competences:**

**Predvideni študijski rezultati:**

**Intended learning outcomes:**

**Metode poučevanja in učenja:**

**Learning and teaching methods:**

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Električni pojavi v plazmi in osnove fuzije
<b>Course title:</b>	Electrical properties of plasmas and introduction to controlled fusion

<b>Študijski programi in stopnja</b>	<b>Študijska smer</b>	<b>Letnik</b>	<b>Semestri</b>
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64802

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45	25				55	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Tomaž Gyergyek

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

<b>Jeziki/Languages:</b>	Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina, Angleščina

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

Vpis v letnik študija.  
Opravljena seminar ali domača naloga je pogoj za pristop k ustnemu izpitu.

**Prerequisites:**

Enrollment into the program.  
Positive result from a seminar or a homework necessary to enter the oral exam.

**Vsebina:**

- Definicije osnovnih pojmov, kot so Debyeova dožina, plazemski parameter, plazemska frekvenca.
- Gibanje nabitih delcev v električnem in magnetnem polju.
- Difuzija v plazmi in električna prevodnost plazme.
- Kinetično in hidrodinamsko opisovanje plazme
- Obravnava plazme kot električno prevodne tekočine (MHD), enačbe magnetohidrodinamike ter nekateri fuzijski naravnani zgledi uporabe MHD
- Valovanje v plazmi.
- Trki med delci v plazmi ali bolj učeno: binarne interakcije v plazmi.
- Uvod v fuzijo, fuzijske reakcije, energijska bilanca v fuzijskem reaktorju, inercialno in magnetno omejevanje
- Nelinearni pojavi v plazmi, plazemski plašči in obravnava stika plazma – površina, ter diagnostika plazme z električnimi sondami – Langmuirjeva in emisijska sonda
- Osnove računalniške delčne simulacije pojavov v plazmi

**Content (Syllabus outline):**

- Definitions of the Debye length, plasma parameter, plasma frequency
- Motion of a charged particle in electric and magnetic field
- Diffusion in a plasma and plasma conductivity
- Kinetic and hydrodynamic description of a plasma
- Basic MHD equations and some fusion oriented examples
- Plasma waves
- Binary interactions (collisions)
- Introduction to fusion, fusion reactions, power balance, magnetic and inertial confinement
- Nonlinear phenomena: sheaths, electric probes
- Introduction to particle-in-cell computer simulations of bounded plasma systems

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- J. A. Bittencourt, Fundamentals of plasma physics, 3rd edition, Springer 2004

2. U. S. Inan and M. Golkowski, Principles of plasma physics for engineers and scientists, Cambridge University Press, 2011
3. J. Friedberg, Plasma Physics and Fusion energy, Cambridge University Press, 2007
4. J. Wesson, Tokamaks, 4th edition, Oxford University Press, 2011
5. A. Piel, Plasma physics – An introduction to laboratory space and fusion plasmas, Springer 2010
6. F. F. Chen, Introduction to plasma physics and controlled fusion, 2nd edition, Plenum Press, 1984
7. C. K. Birdsall and A. B. Langdon, Plasma physics via computer simulation, IOP publishing 1991 (reprint 1995)
8. R. W. Hockney, J. W. Eastwood, Computer simulation using particles, IOP publishing, 1994

<p><b>Cilji in kompetence:</b></p> <p><b>Cilji:</b> Pridobiti osnovno teoretično in deloma tudi praktično znanje iz procesov v plinskih plazmah.</p> <p><b>Kompetence:</b> Temeljno znanje na področju plazemske fizike in tehnologije ter razumevanje izzivov pri razvoju fuzijskih reaktorjev.</p>	<p><b>Objectives and competences:</b></p> <p><b>Objectives:</b> Gaining basic theoretical and practical knowledge of processes in gaseous plasmas.</p> <p><b>Competences:</b> Knowledge of fundamental areas of plasma physics and technology and understanding of the challenges in the fusion reactor development.</p>
--	--

<p><b>Predvideni študijski rezultati:</b></p> <p><b>Znanje in razumevanje</b> Razumevanje fizikalnih procesov, ki potekajo v plinskih plazmah, ter na tej osnovi sposobnost uporabe fizikalnih modelov in analitičnih metod za določevanje ključnih parametrov plazme v dani plazemski napravi.</p> <p><b>Uporaba</b> Pridobljeno znanje naj bi omogočilo spremljanje in tudi eventualno lažje vključevanje v strokovno delo pri osvajanju in razvoju novih plazemskih tehnologij ali pa tudi vključitev v fuzijske raziskave.</p> <p><b>Refleksija</b> Razumevanje pomena plinskih plazem v tehnologiji in energetiki</p> <p><b>Prenosljive spretnosti - niso vezane le na en predmet</b> Podrobno poznavanje elektromagnetnih interakcij med delci, gibanja nabitih delcev v magnetnem in električnem polju, radiofrekvenčno valovanje, interakcija plazme z material, reševanje transportnih enačb, valovnih enačb.</p>	<p><b>Intended learning outcomes:</b></p> <p><b>Knowledge and understanding:</b> Understanding of the physical in plasmas, ability to use physical models and analytical methods for determination and evaluation of key parameters of a plasma in a given plasma device.</p> <p><b>Application:</b> Acquired knowledge should help the the student in following of the development in various plasma technologies and better integration in possible scientific work related to either plasma technology or energy production based on nuclear fusion.</p> <p><b>Reflection:</b> Understanding of the role of gaseous plasmas in technology and energy production.</p> <p><b>Transferable skills:</b> Comprehensive knowledge in electromagnetic interactions between charged particles, charged particle motion in electric and magnetic field, radiofrequency waves, interaction between a plasma and a solid material, solving transport and wave equations.</p>
--	--

<p><b>Metode poučevanja in učenja:</b></p> <p>Predavanja, seminarji, obiski nekaterih laboratorijev na IJS</p>	<p><b>Learning and teaching methods:</b></p> <p>Lectures, seminars, visits of some laboratories at the Jozef Stefan Institute</p>
--	---

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Seminar ali domača naloga Ustni izpit ocene: 1-5 (negativno), 6-10 (pozitivno) (po Statutu UL)		Seminar or homework Oral exam grading: 1-5 (fail), 6-10 (pass) (according to the Statute of UL)
Seminar ali domača naloga	80,00 %	Seminar or homework
Ustni izpit	20,00 %	Oral exam

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

1. Gruenwald J, Tskhakaya D, Kovačič J, Čerček M, Gyergyek T, Ionita C, Schrittwieser R (2013) Comparison of measured and simulated electron energy distribution functions in low-pressure helium plasmas. Plasma Sources Sci. Technol., 22:015023

2. Gyergyek T, Kovačič J (2012) Saturation of a floating potential of an electron emitting electrode with increased electron emission : a one-dimensional kinetic model and particle-in-cell simulation. *Phys. Plasmas*, 19: 013506
3. Gyergyek T, Jurčič-Zlobec B, Čerček M, Kovačič J (2009) Sheath structure in front of an electron emitting electrode immersed in a two-electron temperature plasma: a fluid model and numerical solutions of the Poisson equation. *Plasma Sources Sci. Technol.*, 18:035001
4. Gyergyek T, Kovačič J (2015) Fluid model of the sheath in front of a floating electrode immersed in a magnetized plasma with oblique magnetic field: Some comments on ion source terms and ion temperature effects. *Phys. Plasmas*, 22:043502
5. Gyergyek T, Kovačič J (2015) A self-consistent two-fluid model of a magnetized plasma-wall transition. *Phys. Plasmas*, 22:093511

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Električni servopogoni v mehatroniki  
**Course title:** Electrical servo drives in mechatronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64829

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
20					105	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Rastko Fišer

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v letnik. Priporoča se osnovno predznanje iz električnih strojev, električnih pogonov, močnostne elektronike, regulacijske in mikroprocesorske tehnike (priporočilo se ne preverja).

**Prerequisites:**

Matriculation. Recommended basic knowledge of electric machines, electrical drives, power electronics, control engineering and microprocessor techniques is expected (recommendation is not checked).

**Vsebina:**

Pregled metod in postopkov za regulacijo sodobnih servopogonov z izmeničnimi stroji: asinhronskimi, sinhronskimi (s površinsko in notranje nameščenimi magneti) in reluktančnimi stroji. Regulirani pogoni v mehatroniki (regulacija vrtilne hitrosti električnih strojev z vsiljenim statorskim tokom; regulacija motorja v koordinatah magnetnega polja (FOC); neposredno krmiljenje navora (DTC). Problematika robustnosti regulacije v luči nepravilno identificiranih in/ali spreminjajočih se parametrov pogona. Metode ugotavljanja kota zasuka in/ali vrtilne hitrosti rotorja brez mehanskega senzorja pri izmeničnih strojih. Brezsenzorska regulacija. Aplikacija opazovalnikov in MRAS v servopogonih. Aplikacija sodobnih mikroračunalnikov v dinamično zahtevnih elektriških regulacijskih sistemih: naloge, problemi, konfiguracije, programska oprema. Posebnosti pogonskih sistemov z linearnimi motorji in aplikacije v procesni industriji. Električni pogonski sistemi v cestnih vozilih (glavni pogoni, pomožni pogoni). Napajalni in pogonski sistemi v sodobnih tirnih vozilih, smeri razvoja pogonov hitrih vlakov.

**Content (Syllabus outline):**

The overview of methods and procedures for control of modern servo drives with AC machines: induction, synchronous (with surface-mounted and buried magnets) and reluctance machines. Controlled drives in mechatronics (speed control in current supplied electrical machines; field oriented control – FOC; direct torque control – DTC). Problems concerning robustness of the control considering incorrectly identified and/or fluctuating parameters of the drive. Position and/or speed sensorless methods in AC drives. Sensorless control. The application of observers and MRAS in servo drives. Application of modern microprocessors in dynamically demanding electrical controlled systems: tasks, problems, configurations, software. Electrical drives with linear motors and their significance in industrial applications. Electrical drive systems in automotive vehicles (primary and auxiliary drives). Electrical traction systems – supply and drive principles, high speed applications, magnetic levitation systems, trends. Double fed induction machine in wind energy conversion systems and pump power plants. Design principles of energy efficient electric motors, control of electrical drives in energy saving regime.

<p>Uporaba dvojno napajanega asinhronskega stroja pri pretvarjanju električne energije v vetrnih in črpalnih elektrarnah.</p> <p>Izvedbe električnih motorjev s povišanim izkoristkom, vodenje električnih pogonov v energijsko varčnem režimu.</p> <p>Nadzor stanja in diagnostika električnih pogonov, zgodnja detekcija okvar in poškodb pogonskih motorjev in napajalnih pretvornikov, uporaba metod umetne inteligence v integriranem sistemu vodenja in nadzora električnih pogonov.</p>	<p>On-line condition monitoring and diagnostics of electrical drives, early detection of electrical and mechanical faults of AC motors and power converters, application of artificial intelligence methods in integrated approach to control and supervision of modern servo drives.</p>
--	---

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. P. Krause, O. Wasynczuk, S. Sudhoff, S. Pekarek, <i>Analysis of Electric Machinery and Drive Systems</i>, IEEE Press, Wiley, 2013.</li> <li>2. F. Shaahin, <i>Electric Machines and Drives – Principles, Control, Modeling and Simulation</i>, CRC Press, Taylor&amp;Francis, 2013.</li> <li>3. B.M. Wilamowski, J.D. Irwin, <i>Power Electronics and Motor Drives</i>, CRC Press, 2011.</li> <li>4. F. Giri, <i>AC Electric Motors Control – Advanced Design Techniques and Applications</i>, Wiley, 2013.</li> <li>5. C. Tze-Fun, S. Keli, <i>Applied Intelligent Control of Induction Motor Drives</i>, IEEE Press, Wiley, 2011.</li> <li>6. R. Krishnan, <i>Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives</i>, CRC Press, Taylor&amp;Francis, 2010.</li> <li>7. B. Drury, <i>The Control Techniques Drives and Controls Handbook</i>, IET Press, 2009.</li> <li>8. H. Razik, <i>Handbook of Asynchronous Machines with Variable Speed</i>, Wiley ISTE, 2011.</li> <li>9. E.F. Fuchs, M.A.S. Masoum, <i>Power Conversion of Renewable Energy Systems</i>, Springer, 2011.</li> <li>10. G. Abad, J. Lopez, <i>Doubly Fed Induction Machine – Modeling and Control for Wind Energy Generation</i>, Wiley, 2011.</li> <li>11. H.A. Toliyat, S. Nandi, S. Choi, H. Mesgin-Kelk, <i>Electric Machines – Modeling, Condition Monitoring, and Fault Diagnosis</i>, CRC Press, 2013.</li> <li>12. Tavner P., Ran L., Penman J., Sedding H., <i>Condition Monitoring of Rotating Electrical Machines</i>, IET Press, 2008.</li> </ol>
--

<p><b>Cilji in kompetence:</b></p> <p>Študenti se bodo seznanili z najsodobnejšimi pristopi in orodji za krmiljenje, regulacijo in nadzor stanja električnih servopogonov ter spoznali trende na tem področju.</p>	<p><b>Objectives and competences:</b></p> <p>Students will be acquainted with the latest approaches and tools for open- and closed-loop control, monitoring of electrical servo drives and future trends in this research topic.</p>
--	--

<p><b>Predvideni študijski rezultati:</b></p> <p>Študenti bodo sposobni ovrednotiti parametre celotnega sklopa pogona (krmilnega dela, napajalnega pretvornika in motorja) in oceniti prioritete pri izbiri konfiguracije za podane zahteve naročnika. Pridobljena znanja bodo omogočila iskanje in apliciranje novih rešitev na širokem področju mehatronike.</p>	<p><b>Intended learning outcomes:</b></p> <p>Students will be able to assess the parameters of the entire drive system (control part, power converter and motor) and evaluate the priorities in choosing the appropriate configuration complying with the commission. The acquired knowledge will enable further investigation and application of new solutions in wide area of mechatronics.</p>
--	---

<p><b>Metode poučevanja in učenja:</b></p> <p>Predavanja in individualno mentorsko delo pri izdelavi seminarja, povezanega z ožjo raziskovalno tematiko študenta.</p>	<p><b>Learning and teaching methods:</b></p> <p>Lectures and individual student work with a mentor during preparation of the seminar work on a focused research topic.</p>
---	--

<p><b>Načini ocenjevanja:</b></p>	<p><b>Delež/Weight</b></p>	<p><b>Assessment:</b></p>
<p>Ustni izpit ali zagovor seminarske naloge.</p>	<p>100,00 %</p>	<p>Oral exam or presentation of the seminar work.</p>
<td data-bbox="703 1948 887 1977"> <td data-bbox="887 1948 1442 1977"> </td> </td>	<td data-bbox="887 1948 1442 1977"> </td>	

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Fišer R, Lavrič H, Bugeza M, Makuc D (2013) Computations of magnetic field anomalies in synchronous generator due to rotor excitaton coil faults. IEEE transactions on magnetics Vol. 49 No. 5: 2303-2306

Gašparin L, Fišer R (2013) Sensitivity of cogging torque to permanent magnet imperfections in mass-produced PM synchronous motors. Przegląd Elektrotechniczny 89/2b: 80-83

Drobnič K, Nemec M, Fišer R, Ambrožič V (2012) Simplified detection of broken rotor bars in induction motors controlled in field reference frame. Control engineering practice Vol. 20 No. 8: 761-769

Nemec M, Drobnič K, Nedeljković D, Fišer R, Ambrožič V (2010) Detection of broken bars in induction motor through the analysis of supply voltage modulation. IEEE transactions on industrial electronics Vol. 57 No. 8: 2879-2888

Gašparin L, Černigoj A, Markič S, Fišer R (2009) Additional cogging torque components in permanent-magnet motors due to manufacturing imperfections. IEEE transactions on magnetics Vol. 45 No. 3: 1210-1213

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Elektromagnetika

**Course title:** Electromagnetics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64804

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Dejan Križaj

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:

Slovenščina, Angleščina

Vaje/Tutorial:

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

Vpis v prvi letnik doktorskega programa, Priporočena so osnovna znanja osnove teorije elektromagnetnega polja, višja matematika in osnove numeričnih metod v elektrotehniki.

**Prerequisites:**

Enrolment in the 1st year of doctoral study programme, Suggested basic knowledge of fundamentals of electrical engineering, higher mathematics, fundamentals of numerical methods in engineering.

**Vsebina:**

Predmet je sestavljen iz treh delov: 1) teorije elektromagnetnega polja, kjer se obnovi Maxwellove enačbe v integralni obliki in jih nadgradi v diferencialni notaciji. Poleg tega se obravnava Poyntingov teorem, Helmholtzovo enačbo, Greenove formule itd. ter prikaže način matematične formulacije elektromagnetnega polja za numerično reševanje.

V drugem delu obravnavamo praktične vidike numeričnih simulacij v elektromagnetiki (možne poenostavitve enačb, mejni pogoji, robni pogoji, diskretizacija enačb in vzpostavitev mreže za numerično reševanje, izbira numerične metode).

V tretjem delu izberemo konkreten primer iz elektromagnetike (npr. elektrostatike, magnetostatike, tokovnega polja ali valovodnih struktur) ter ga opišemo in analiziramo z enim od računalniških orodij za numerične simulacije v elektromagnetiki.

**Content (Syllabus outline):**

The course is constructed of three parts:

1. Theoretical part in which we repeat Maxwell's laws in integral form and transform them to a differential one. Poynting theorem, Helmholtz equation, Green formulation are introduced. Mathematical formulation of electromagnetic field for numerical computation is analysed.
2. Aspects of numerical simulations in electromagnetics are discussed (possible simplifications, boundary conditions, discretization of equations, meshing, methods for numerical computation).
3. A concrete practical example of an electromagnetic structure is analysed and suitably modelled using computational tools for numerical simulations in electromagnetics.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

A. R. Sinigoj: ELMG polje, Založba FE, Ljubljana, 1996.

P. P. Silvester, R. L. Ferrari: Finite elements for electrical engineers, University Press, Cambridge, 1996.

J. A. Stratton: Electromagnetic theory, McGraw-Hill, New York, 1941.

Gerard Meunier: The Finite Element Method for Electromagnetic Modeling, ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc, 2008.

Jianming Jin: The Finite Element Method in Electromagnetics, Wiley, 2014, ISBN11884198  
 W. B J Zimmerman: Multiphysics Modeling with Finite Element Method, World Scientific Publishing Company, 2006.  
[www.comsol.com](http://www.comsol.com)

**Cilji in kompetence:**

- poglobitev teorije elektromagnetnega polja
- spoznavanje ter uporaba numeričnih metod v elektromagnetiki
- reševanje konkretnega primera z uporabo računalniških orodij za numerično simulacijo
- virtualno načrtovanje elektromagnetnih struktur in sklopov.

**Objectives and competences:**

- In depth understanding of electromagnetic field
- Understanding numerical methods in electrical engineering
- Virtual design electromagnetic structures and systems
- Solving a concrete simulation case

**Predvideni študijski rezultati:**

- nadgradnja znanj teorije elektromagnetnega polja
- uporaba numeričnih metod v elektromagnetiki
- uporaba računalniških orodij za numerične simulacije v elektromagnetiki

**Intended learning outcomes:**

- deeper understanding on the theory of electromagnetic field
- understand and use computational methods in electromagnetics
- understand and use computer tools for numerical simulations

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja, samostojno raziskovalno delo, uporaba računalniških orodij, seminarsko delo.

**Learning and teaching methods:**

Lectures, research work, usage of computer tools for numerical simulations.

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

Ocena seminarja in ustnega zagovora seminarja.		Seminar and oral presentation of a seminar.
Ocena seminarja	50,00 %	Seminar
ustni zagovor seminarja	50,00 %	oral presentation of a seminar

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

PEČAR, Borut, VRTAČNIK, Danilo, RESNIK, Drago, MOŽEK, Matej, ALJANČIČ, Uroš, DOLŽAN, Tine, AMON, Slavko, KRIŽAJ, Dejan. A strip-type microthrottle pump : modeling, design and fabrication. *Sensors*, vol. 13, no. 3, str. 3092-3108.

KRIŽAJ, Dejan, ISKRA, Ivan, REMŠKAR, Maja. (Quasi 3D) numerical simulation of operation of a capacitive type nanoparticle counter. *Journal of electrostatics*, Dec. 2011, vol. 69, no. 6, str. 533-539.

VUKADINOVIĆ, Mišo, MALIČ, Barbara, KOSEC, Marija, KRIŽAJ, Dejan. Modelling and characterization of thin film planar capacitors : inherent errors and limits of applicability of partial capacitance methods. *Measurement science & technology*, 2009, vol. 20, no. 11, str. 115106-1-115106-11.

KRIŽAJ, Dejan, JAN, Janja, VALENČIČ, Vojko. Modeling AC current conduction through a human tooth. *Bioelectromagnetics*, April 2004, vol. 25, no. 3, str. 185-195.

KRIŽAJ, Dejan, AMON, Slavko. Numerical analysis of edge effects in side illuminated strip detectors for digital radiology. *Nuclear instruments and methods in physics research. Section A, Accelerators, spectrometers, detectors and associated equipment*, 2000, vol. 439, str. 451-457.

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Elektrostatika površin in nanostruktur  
**Course title:** Electrostatics of Surfaces and Nanostructures

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64803

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
25	15				85	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Aleš Iglič

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

**Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:** Vpis na doktorski študij na Univerzi v Ljubljani

**Prerequisites:** course enrollment - doctoral student of the University of Ljubljana

**Vsebina:** Osnove statistične termodinamike, teoretični opis naelektrene površine v stiku z elektrolitsko raztopino (teorija električne dvojne plasti), dielektrične lastnosti električne dvojne plasti, elektrostatika nanostruktur, vpliv nanodelcev na interakcije med naelektrenimi površinami, adsorpcija naelektrenih nanodelcev na naelektrene površine, interakcija naelektrenih nanodelcev z naelektrenimi nanostrukturiranimi kovinskimi in polprevodniškimi površinami

**Content (Syllabus outline):** Thermodynamic description of systems with a large number of particles, theoretical description of electrolyte solution in contact with charged surface (electric double layer theory), dielectric properties of electric double layer, electrostatics of nanostructures, adsorption of charged nanoparticles on charged surfaces, influence of charged nanoparticles on mediated interactions between charged surfaces, interaction of charged nanoparticles with nanostructured metallic and/or semiconductor surfaces

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- Iglič A, Drobne D, Kralj Iglič V (2015) Nanostructures in biological systems - theory and applications, Pan Stanford Publishing, Singapur
- Israelachvili J (2011) Intermolecular and Surface Forces, Academic Press, London
- Aktualni znanstveni članki iz področja, ki jih sproti določijo izvajalci predmeta

**Cilji in kompetence:** Poznavanje teoretičnih eksperimentalnih osnov elektrostatskih interakcij v sistemih naelektrenih površin in nanodelcev.

**Objectives and competences:** Students are familiarised with physical description of electrostatic interactions in the systems of charged surfaces and charged nanoparticles.

**Predvideni študijski rezultati:**

**Intended learning outcomes:**

Kandidata usposobiti za izvedbo raziskav elektrostatskih interakcij v različnih sistemih naelektrenih površin in nanodelcev.	To qualify the candidate for carrying out the research in the field of electrostatic interactions in the systems of charged surfaces and charged nanoparticles.
--	---

<b>Metode poučevanja in učenja:</b>	<b>Learning and teaching methods:</b>
Predavanja, konzultacije, projektno/seminarsko delo.	Lectures, consultations, project/seminar work.

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Seminar ali projekt.	100,00 %	Seminar or project

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

- Gongadze E, Velikonja A, Perutkova Š, Kramar P, Maček-Lebar A, Kralj-Iglič V, Iglič A (2014) Ions and water molecules in an electrolyte solution in contact with charged and dipolar surfaces. *Electrochim Acta*, 126: 42-60
- Imani R, Iglič A, Turner APF, Tiwari A (2014) Electrochemical detection of DNA damage through visible-light-induced ROS using mesoporous TiO<sub>2</sub> microbeads. *Electrochem Comm* 40 : 84–87
- Gongadze E, Velikonja A, Slivnik T, Kralj-Iglič V, Iglič A (2013) The quadrupole moment of water molecules and the permittivity of water near a charged surface. *Electrochim Acta* 109: 656-662
- Perutkova S, Frank-Bertoncelj M, Rozman B, Kralj-Iglič V, Iglič A (2013) Influence of ionic strength and beta2-glycoprotein I concentration on agglutination of like-charged phospholipid membranes. *Coll Surf B* 111: 699-706
- Eleršič K, Pavlič J, Iglič A, Vesel A, Mozetič M (2012) Electric-field controlled liposome formation with embedded superparamagnetic iron oxide nanoparticles. *Chem. Phys. Lipids* 165: 120-124

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Energetske pretvorbe in okolje  
**Course title:** Energy Conversions and Environment

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64807

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		15		30	50	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Rafael Mihalič

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

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

Vpis v program

**Prerequisites:** Enrolment in the program.

## Vsebina:

Vloga izkoriščanja energetskih virov pri razvoju civilizacije in družbe. Globalni pogled na problematiko oskrbe z energijo, vplivni dejavniki rasti energetskih potreb. Osnovne fizikalne zakonitosti energetskih pretvorb in tehnologija izkoriščanja primarnih energetskih virov (trendi razvoja). Okoljska in družbena sprejemljivost tehnologij energetskih pretvorb. Dileme in tehnične težave zadovoljevanja energetskih potreb z energijo iz sonaravnih virov, primerjava s klasičnimi tehnologijami. Vpliv energetskih pretvorb na okolje – dejstva ali modni trendi? Racionalna raba energije ali varčevanje ne glede na ceno (značilni primeri). Strateške usmeritve in regulativa EU na področju oskrbe z energijo. Ekonomsko ovrednotenje zadovoljevanja energetskih potreb (ekonomska analiza različnih rešitev oz. energetskih varčevalnih ukrepov). Pogled v prihodnost.

## Content (Syllabus outline):

The role of energy-sources exploitation in the development of human civilisation and society. A global view of the problems of energy supply, and the factors influencing energy-consumption needs. The basic physical laws of energy conversion and the technologies for primary energy-sources exploitation (trends in development). The environmental and social acceptability of energy-conversion technologies. Dilemmas and the technical problems of covering energy needs, applying renewable energy sources, and a comparison with classical technologies. The environmental impact of energy conversions – facts or fashion trends. The rational use of energy vs. "saving regardless of costs". Strategic trends and regulations in the EU in the field of energy supply. Economic assessment of meeting energy needs (economic assessment of various solutions and energy-saving measures). Looking to the future.

## Temeljna literatura in viri/Readings:

1. [Sørensen, Bent](#): Renewable energy conversion, transmission, and storage, Amsterdam [etc.] : Elsevier/Academic Press, cop. 2007
2. [Twidell, John, Weir, Anthony D.](#): Renewable energy resources, London, New York : Taylor & Francis, 2006
3. Plimer Ian: Heaven and Earth: Taylor Trade Publishing, 2009
4. Group of authors: Future of the Electric Grid, 2011 Massachusetts Institute of Technology, Free access at <http://web.mit.edu/mitei/research/studies/the-electric-grid-2011.shtml>

5. David J. C. MacKay Sustainable Energy — without the hot air, electronic copy is provided, free, for personal use only. See [www.withouthotair.com](http://www.withouthotair.com). Slovene version: Energetika.NET, Ljubljana 2013

**Cilji in kompetence:**

Slušatelj si bo ustvaril širok pogled na problem oskrbe z energijo, saj do napačnih odločitev na tem področju prihaja ravno zaradi parcialnega pogleda na problematiko. Ob predpostavki poznavanja osnovnih značilnosti, tehničnih možnosti izkoriščanja ter ekonomskih kazalcev izrabe primarnih energentov bo pridobil znanja potrebna za odločanje na področju zadovoljevanja energetskega potreb, tako na mikro nivoju, kakor v globalnem smislu.

**Objectives and competences:**

The student will be given a broad overview of the problem of energy supply. This is important because wrong decisions, as a rule, have their origins in partial treatments of the problem. Assuming that the student is familiar with the basic characteristics, technical possibilities and economic indices of the exploitation of primary energy sources, the student will gain the knowledge needed to decide on the field of meeting energy needs on the micro and global levels.

**Predvideni študijski rezultati:**

Povedano na splošno, bo študent spoznal širino problematike oskrbe z energijo v smislu prepletanja tehničnih možnosti, vpliva na okolje, regulative, političnih odločitev in vpliva civilne sfere.  
V okviru tega bo:  
razumel fizikalno ozadje in metode pretvorbe primarnih energetskih virov s konvencionalno tehnologijo oz. alternativnimi tehnologijami,  
spoznal bo fizikalno-tehnične principe prenosa energije, izkoristke energetskih pretvorb in transporta, njihove osnovne ekonomske kazalce in okoljske omejitve.  
Kot nujen pogoj za razumevanje oskrbe z električno energijo bo spoznal obratovalne značilnosti virov električne energije, pogoje obratovanja EES in porabnikov električne energije.

**Intended learning outcomes:**

In general, a student will become familiar with the problems of the interdependence of the technical possibilities of energy supply, environmental impact, regulations, political decisions and civil movements.  
In this context he will:  
Understand the physical principles and the methods of primary energy sources conversion with conventional technology and with alternative technologies, learn about the physical and technical principles of energy transmission, get to know about energy transformation and transmission efficiency, he will learn about the environmental and economic parameters.  
As a precondition for understanding electrical energy power supply, a student will learn the operational characteristics of electrical power systems, end-users and the preconditions for its operation.

**Metode poučevanja in učenja:**

*Predavanja, vodeno projektno-seminarsko delo*

**Learning and teaching methods:**

*Lectures, seminar work with individual students.*

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

Predstavitev in zagovor projektno-seminarske naloge, poročilo vaj ustni izpit		Written report of the seminar, defended orally, tutorial report oral exam
Predstavitev in zagovor projektno-seminarske naloge	55,00 %	Written report of the seminar, defended orally
poročilo vaj	10,00 %	tutorial report
ustni izpit	35,00 %	oral exam

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

1. MIHALIČ, Rafael. Green energy - shortcut to energy independency or cul-de-sack?. Elektrotehniški vestnik, ISSN 2232-3228. [English print ed.], 2011, vol. 78, no. 5, str. 245-256, ilustr.
2. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael. Energy functions for FACTS devices with an energy-storage system. European transactions on electrical power, ISSN 1430-144X. [Print ed.], Sep./Oct. 2007, vol. 17, no. 5, str. 471-485, ilustr
3. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael. Energy function for an interline power-flow controller. Electr. powersyst. res.. [Printed.], 2009, vol. 79, no. 6, str. 945-952.
4. MIHALIČ, Rafael. Poti in stranpoti do energetske neodvisnosti : zakaj ne zamenjajo vseh škodljivih virov s sonaravnimi, če so tako super?. Delo, ISSN 0350-7521, 18. dec. 2010, leto 52, št. 294, ilustr.
5. RUDEŽ, Urban, MIHALIČ, Rafael. Monitoring the first frequency derivative to improve adaptive underfrequency load-shedding schemes. IEEE transactions on power systems, ISSN 0885-8950. [Print ed.], May 2011, vol. 26, no. 2, str. 839-846, ilustr.



# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Fotovoltaika  
**Course title:** Photovoltaics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64812

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	15			5	75	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Marko Topič

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

- vpis v 1. letnik podiplomskega doktorskega študija
- priporočeno je poznavanje polprevodniških elementov in osnov optoelektronike

**Prerequisites:**

- enrolment in the 1st academic year of postgraduate doctoral study
- recommended is knowledge on semiconductor devices and basics of optoelectronics

**Vsebina:**

Sončna energija in pregled konceptov pretvarjanja sončne energije v električno.  
Sončne celice: principi delovanja in strukture, materiali in tehnologije, lastnosti celic iz kristalnega silicija in na osnovi galijevega arzenida, tankoplastnih celic (silicijevih, halkopiritnih in kadmijteluridnih), mezoskopskih in organskih sončnih celic, tandemskih in večspojnih celic ter celic termofotovoltaike; analiza optičnih in električnih izgub, modeliranje, simulacije in karakterizacija; napredni koncepti in tehnološki trendi. Fotonapetostni moduli: značilnosti in lastnosti, tehnološki trendi in standardi kristalnosilicijevih, tankoplastnih in koncentratorskih PV modulov. Vrednotenje zmogljivosti, analiza izgub in energijskega izplena, preskušanje, zanesljivost in življenjska doba. Modeliranje, simulacije in karakterizacija. Fotonapetostni sistemi: omrežni in samostojni PV sistemi, načrtovanje, gradnja in vzdrževanje; močnostni regulatorji in razsmerniki, zaščitni elementi; hranilniki energije; zanesljivost in vzdrževanje; priključevanje na omrežje, ekonomika PV sistemov.

**Content (Syllabus outline):**

Solar energy and review of conversion concepts to electrical energy.  
Solar cells: principles of operation, structures, materials and technologies, properties of crystalline silicon and gallium arsenide cells, thin-film (silicon, chalcopyrite, cadmium telluride), mesoscopic and organic solar cells; tandem and multijunction solar cells; thermophotovoltaic cells; analysis of optical and electrical losses, modeling, simulations and characterization; advanced concepts and technological trends.  
Photovoltaic modules: properties and performance, technology trends of crystalline silicon and GaAs, thin-film and concentrating PV modules. Performance and loss analysis, energy yield, testing, certification and standards, reliability and lifetime. Modeling, simulation and characterization.  
Photovoltaic systems: grid-connected and stand-alone PV systems; design and planning, operation and maintenance; power regulators and inverters, protection elements; energy storage concepts; reliability and maintainability; grid-connection, economics of PV systems.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- [1] A. Luque, S. Fonash: Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, 2nd Ed, Wiley, 2011.  
 [2] M.A.Green: Third Generation Photovoltaics: Advanced Solar Energy Conversion, Springer, 2005.  
 [3] R. A. Messenger and J. Ventre, Photovoltaic Systems Engineering, 3rd Ed., CRC Press (2010)  
 [4] A. Luque and V. M. Andreev: Concentrator Photovoltaics. Springer, 2007.  
 [5] Janez KRČ, Marko TOPIČ. *Optical modeling and simulation of thin-film photovoltaic devices*. CRC Press, 2013. XIII, 258 str. ISBN 978-1-4398-1849-7 [COBISS.SI-ID [9762644](#)].

**Cilji in kompetence:**

- poznavanje pregleda sodobnih gradnikov, tehnologij in trendov v fotovoltaiiki
- nadgradnja znanja o principih delovanja fotonapetostnih gradnikov
- sposobnost nadaljnega samostojnega raziskovalnega dela na področju

**Objectives and competences:**

- an overview knowledge on contemporary devices, technologies and trends in photovoltaics (PV)
- upgrade of knowledge on operational principles of PV devices
- ability of further research work in the field

**Predvideni študijski rezultati:**

- predznanja za nadaljnji razvoj in raziskave na področju fotovoltaične znanosti in inženirstva
- razumevanje delovanja in uporabe sodobnih fotonapetostnih gradnikov
- specifično raziskovalno delo na ožjem segmentu fotovoltaike (seminarska naloga)

**Intended learning outcomes:**

- preknowledge for further research and development in PV science and engineering
- understanding of operational principle and usage of photovoltaics devices
- specific research work in a selected topic from photovoltaics (seminar work)

**Metode poučevanja in učenja:**

- predavanja: v primeru manj kot 7 študentov se na začetku v enem ali dveh terminih izvede samo strnjen sklop predavanj –pregled tematike in trendi; v primeru več kot 6 študentov se izvede razširjen del predavanj
- konzultacije (predvsem v okviru seminarske naloge)
- samostojno delo in seminarska naloga: iz ožjega področja fotovoltaike - študent preuči izbrano tematiko (izbor tematike po posvetu s predavateljem) in izdela seminarsko nalogo, ki jo nato zagovarja

**Learning and teaching methods:**

- lectures: in case of less than 7 students attending the course only an introductory lecture is given (in one or two days). In the case of more than 6 students extended lectures are provided
- consultations (mostly in the frame of seminar work)
- individual work and seminar work: from a specific field of photovoltaics, defined based on agreement between lecturer and student, seminar work is then presented and defended

**Načini ocenjevanja:****Delež/Weight****Assessment:**

- končna oceno se določi na osnovi izdelane seminarske naloge in ustnega zagovora (pretežno iz tematike seminarske naloge) Pozitivne ocene: 6 (zad.) – 10 (odl.)		- Final grade is based on evaluation of seminar work and oral defense (mainly based on the topic of seminar work) - Positive grades: from 6 to 10 (excellent)
seminarska naloga	60,00 %	seminar work
ustni zagovor	40,00 %	oral defense

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

KRČ, Janez, **TOPIČ, Marko** (2013) Optical modeling and simulation of thin-film photovoltaic devices. CRC Press, New York. 258 str., ISBN 978-1-4398-1849-7.

FILIPič, Miha, HOLMAN, Zachary, SMOLE, Franc, DE WOLF, Stefaan, BALLIF, Christophe, **TOPIČ, Marko** (2013) Analysis of lateral transport through the inversion layer in amorphous silicon/crystalline silicon heterojunction solar cells. *Journal of applied physics*, 114: 1-7.

SEVER, Martin, LIPOVŠEK, Benjamin, KRČ, Janez, ČAMPA, Andrej, SÁNCHEZ PLAZA, Guillermo, HAUG, Franz-Josef, DUCHAMP, Martial, SOPPE, Wim J., **TOPIČ, Marko** (2013) Combined model of non-conformal layer growth for accurate optical simulation of thin-film silicon solar cells. *Solar energy materials and solar cells*, 119: 59-66.

FILIPič, Miha, BERGINC, Marko, SMOLE, Franc, **TOPIČ, Marko** (2012) Analysis of electron recombination in dye-sensitized solar cell. *Current applied physics*, 12: 238-246.

KRČ, Janez, LIPOVŠEK, Benjamin, BOKALIČ, Matevž, ČAMPA, Andrej, OYAMA, T., KAMBE, M., MATSUI, T., SAI, H., KONDO, M., **TOPIČ, Marko** (2010) Potential of thin-film silicon solar cells by using high haze TCO superstrates. *Thin Solid Films*, 518: 3054-3058.

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Integrirani mikrosistemi in analogno digitalna integrirana vezja
<b>Course title:</b>	Integrated Microsystems SoC and analog-digital integrated circuits

<b>Študijski programi in stopnja</b>	<b>Študijska smer</b>	<b>Letnik</b>	<b>Semestri</b>
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64827

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	30				65	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Anton Pleteršek

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

<b>Jeziki/Languages:</b>	Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina, Angleščina

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

Vpis v doktorski študij.  
Priporočeno razumevanje fizikalnih zakonitosti, osnovno znanje mikroelektronike in meritev v elektroniki.

**Prerequisites:**

Enrolment in the program.  
Suggested understanding basics of physics, basic knowledge of integrated electronics and measuring techniques.

**Vsebina:**

Študent lahko izbira med naslednjimi moduli:

**A.** Načrtovanje integriranih sistemov na čipu (SoC) in nanoelektronska vezja – Načrtovanje nanostruktur in modeliranje senzorjev, Načrtovalski trendi analogno-digitalnih integriranih vezij v nanoelektronskih tehnologijah. Načrtovalski pristopi in rešitve z uporabo CAD orodij, Problemi in rešitve v nanoelektronskih tehnologijah CMOS pod 90nm, Pregled razvoja nanoelektronike.

**B.** Napredna analogno-digitalna integrirana vezja in integrirani mikro-sistemi – Koncept integracije senzorjev v SoC, Projektno vodenje in študij praktične aplikacije iz izbranega področja - sistemske specifikacije, specifikacije vezja in testne specifikacije (UHF sistemi na čipu, Integrirani optični sistemi, Integrirani magnetni sistemi, Sistemi s kemičnimi senzori, Tehnologija pametnih nalepk (SAL), Integracija protokolov, UHF-GEN2 in MEMS tehnologija).

**C.** Industrijska in intelektualna lastnina ter osnove trženja načrtovanih vezij – Priprava patenta in patentnih zahtevkov, Proces pridobivanja projektov, NRE; kaj je MPW, MLM stroški načrtovanja IC vezij, stroški procesiranja, tržne zakonitosti.

**D.** Evalvacija integriranih sistemov ASIC z vgrajenimi testnimi algoritmi (BIST) ter tehnologije testiranja –

**Content (Syllabus outline):**

The student selects one of the following modules:

**A.** SoC design and nanoelectronic circuits – Modeling of sensors and nanostructure design, Trends in advanced mixed integrated circuits design in nanotechnologies. Problems and solutions in modern sub-micron and nano circuits, Solving small tasks in circuit design with extreme short-channel MOSFETs with structure sizes of about and below 90nm, Overview of nanoelectronics.

**B.** Advanced analog/digital integrated circuit and SoC-selections – Concept of sensors integration in SoC, Project managing and case study from selected areas – System specifications, Device specifications, Test specifications (UHF systems on chip, optoelectronic integrated circuits (OEICs), Integrated magnetic systems, Systems with chemical sensors, Smart active/passive labels technology (SAL), Protocols integration, UHF-GEN2 and MEMS technology).

**C.** Industrial and intellectual property, basics of marketing techniques – Intellectual property, Protection of intellectual property. Understanding and implementing the marketing process for technical products, Design effort, NRE, royalties, Cost of ASIC processing, MPW and MLM cost, dedicated MLM versus MPW, cost of wafers; market and competitors.

<p>potrebna sistemska znanja, Testiranje integriranih sistemov ASIC in metode evalvacije produktov, Izplen, Tiristorski efekt, ESD zaščita, Rešitve za EMI in testiranje, Kontrola kvalitete, Burn-in, Večanje zanesljivosti, Testiranje rezin, Testiranje inkapsuliranih vezij, Temperaturni testi, Vrste ohišij, Tehnologije flip-chip in wafer-bumping, Analiza odpovedi.</p>	<p>D. SoC evaluation and testing technology – Build-in tests, System knowledge needed, SoC testing and product evaluation methods, Yield, Thyristor effect, ESD protection, solutions and testing for EMI, Quality control, Burn-in testing, Reliability improvement, Wafer testing, Modern packaging technologies, Flip-chip and wafer-bumping technologies, Failure analysis.</p>
--	---

#### Temeljna literatura in viri/Readings:

<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Pleteršek: Monografija (2006): <i>Načrtovanje analognih integriranih vezij v tehnologiji CMOS in SOI-BiCMOS</i>, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana.</li> <li>A.Pleteršek: <a href="http://lmfe.fe.uni-lj.si/wp-content/uploads/2015/12/lectures2010-2015.pdf">http://lmfe.fe.uni-lj.si/wp-content/uploads/2015/12/lectures2010-2015.pdf</a></li> <li>A.Pleteršek: <a href="http://lmfe.fe.uni-lj.si/wp-content/uploads/2015/12/vaje-2014-15.pdf">http://lmfe.fe.uni-lj.si/wp-content/uploads/2015/12/vaje-2014-15.pdf</a></li> <li>E. Carey, S. Lidholm: <i>Millimeter-Wave Integrated Circuits</i>, Springer, New York, 2005.</li> <li>W. Mc. Sansen: <i>Analog Design Essentials</i>, Springer, Dordrecht, 2006.</li> <li>Fayed, M. Ismail: <i>Adaptive Techniques for Mixed Signal System on Chip</i>, Springer, 2006.</li> <li>S. G. Narendra, A. Chandrakasan: <i>Leakage in nanometer CMOS technologies</i>, Springer, 2005</li> </ul>
---

#### Cilji in kompetence:

<p>Cilj tega predmeta je seznaniti študenta z modernimi načrtovalskimi in tržnimi metodami ter tehnologijami na področju mikro in nanoelektronike.</p>	<p><b>Objectives and competences:</b> The objective of this course is to acquaint students with the advanced design and marketing methods in micro- and nanoelectronics.</p>
--	--

#### Predvideni študijski rezultati:

<p>Znanje in razumevanje: Po zaključku tega predmeta bo študent sposoben</p> <p><b>Modul A:</b> razumeti probleme pri načrtovanju analognih struktur v submikronskih in nanotehnologijah in poiskati ustrezne rešitve ter implementacijo v CAD tehnologijah.</p> <p><b>Modul B:</b> pripraviti enostavne sistemske specifikacije, pridobitev sistemskih znanj, razumeti ustrezne standarde ter postopke integracije sistemov.</p> <p><b>Modul C:</b> razumeti intelektualno lastnino, pripraviti patentni osnutek, pripraviti ponudbo za projekt, opisati načine vodenja projektov ter razumeti strukture cene produkta.</p> <p><b>Modul D:</b> opisati vrste testnih specifikacij, opisati načine evalvacije integriranih vezij ter napisati testno poročilo. Razumeti pomembnost kvalitete, ki je pogojena z upoštevanjem ESD, EMI,...</p> <p>Prenosljive/ključne spretnosti in drugi atributi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Spretnosti komuniciranja:</i> predstavitev dela in pisanje poročila o projektu, priprava sistemske in testne dokumentacije, zagovor</li> <li><i>Uporaba informacijske tehnologije:</i> uporaba profesionalne CAD opreme.</li> <li><i>Organizacijske spretnosti:</i> razumevanje intelektualne lastnine in procesov trženja.</li> <li>Kompleksnost dela in spoznavanje pomembnosti kupinskega dela pri projektu.</li> </ul>	<p><b>Intended learning outcomes:</b> Knowledge and understanding: On completion of this course the student will be able to</p> <p>Module <b>A:</b> understand all the aspects of the mixed signal ASIC design using micro and nanotechnologies, solving small tasks in circuit design and finding solutions for physically-based problems in technology CAD.</p> <p>Module <b>B:</b> prepare simple system specifications, get system knowledge and understand systems integration of ASIC.</p> <p>Module <b>C:</b> understand the protection of intellectual property, understand and implement the marketing process for technical products, prepare design effort and basics of managing projects.</p> <p>Module <b>D:</b> describe types of test specifications, describe ASIC evaluation approaches and write a test report. Understanding quality issue taking into account ESD, EMI, ...</p> <p>Transferable/Key skills and other attributes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Communication skills:</i> project presentations and written report, oral examination, preparation of system and testing documentation.</li> <li><i>Use of information technology:</i> use of professional CAD equipment.</li> <li><i>Organisation skills:</i> understanding of IP and marketing processes.</li> <li><i>Working in a group:</i> beneficial of the team work.</li> </ul>
--	--

#### Metode poučevanja in učenja:

<ul style="list-style-type: none"> <li>predavanja,</li> <li>projekt.</li> </ul>	<p><b>Learning and teaching methods:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>lectures,</li> <li>project.</li> </ul>
---	--

#### Načini ocenjevanja:

#### Delež/Weight Assessment:

opravljen projekt (specifikacije)	50,00 %	completed project (specs),
ustni izpit - zagovor	50,00 %	oral examination - presentation

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

**1.01 Izvirni znanstveni članek**

1. Trebar M, Lotrič M, Fonda I, Pleteršek A, Kovačič K (2013) RFID data loggers in fish supply chain traceability. International journal of antennas and propagation 2013: 1-9.
2. Pleteršek A, Trontelj J (2012) A self-mixing NMOS channel-detector optimized for mm-wave and THZ signals. Journal of infrared, millimeter, and terahertz waves 33\_6: 615-626.
3. Pleteršek A, Sok M, Trontelj J (2012) Monitoring, control and diagnostics using RFID infrastructure. Journal of medical systems 36\_6: 3733-3739.
4. Pleteršek A, Strahija R, Trontelj J (2011) Interpolation method and frequency independent peak amplitude measurement of orthogonal-periodic signals. Recent patents on engineering 5\_2: 82-93.
5. Rozman J, Pleteršek A (2010) Linear optical encoder system with sinusoidal signal distortion below -60 dB. IEEE transactions on instrumentation and measurement 59\_6: 1544-1549.

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Inteligentne stavbe  
**Course title:** Intelligent buildings

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64877

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
	30				95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Grega Bizjak

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

Vpis v program.      Prerequisites: Inscription in program.

## Vsebina:

Predmet postavlja v središče človeka in njegove potrebe v delovnem in bivalnem okolju. S pomočjo izbranih poglavij s področja avtomatizacije stavb in razsvetljave predstavi načine, kako delo in bivanje v notranjem okolju narediti človeku bolj prijazno, udobno in varno. Pri tem je poseben poudarek dan varnosti in energetski učinkovitosti stavb.

Vsebina je razdeljena v naslednja poglavja:

- Človekove potrebe pri delu in bivanju
- Avtomatizacija stavb
- Inteligentne inštalacije
- Razsvetljava po meri človeka
- Svetleče diode in drugi moderni svetlobni viri
- Uporaba dnevne svetlobe
- Energetsko učinkovite in okolju prijazne "zelene" stavbe
- Meritve in senzorika
- Povezave stavbe z zunanjim svetom

## Content (Syllabus outline):

The course concentrates on humans and their needs in working and living environment. Different ways of making working and living in interiors more friendly, comfortable and safe are presented with the help of selected chapters from building automation and lighting. Special emphasis will be given on safety and energy efficiency of buildings.

Content is divided in the following sections:

- Human needs at work and living
- Building automation
- Intelligent Installation
- Lighting on a human scale
- LEDs and other modern light sources
- Use of daylight
- Energy efficient and environmentally friendly "green" buildings
- Measurements and sensors
- Building connections with the outside world

## Temeljna literatura in viri/Readings:

1. BIZJAK, Grega, KOBAV, Matej Bernard, PRELOVŠEK, Mitja. Razsvetljava, Založba FE in FRI, 2013.
2. TRÄNKLER, H.-R., SCHNEIDER, F. Das Intelligente Haus, Richard Pflaum Verlag, 2001
3. SCHERG, Rainer. EIB/KNX\_Anlagen, Vogel Buchverlag, 2011
4. LENK, Ron, LENK, Carol. Practical Lighting Design with LED, IEEE Press, 2011
5. VALBERG, Arne. Light Vision Color, John Wiley & Sons, Ltd, 2005
6. ANDER, Gregg D. Daylighting Performance and Design, John Wiley & Sons, Ltd, 2003

7. The IESNA Lighting handbook: reference and application, New York : Illuminating Engineering Society of North America, cop. 2011 ali 2000

**Cilji in kompetence:**

Cilj predmeta je seznaniti študente s stanjem na izbranih področjih inteligentnih stavb, ki so trenutno v središču raziskav in razvoja. Študent se bo zavedal pomena in vpliva avtomatizacije delovnega in bivalnega okolja na človeka in njegovo delovanje kot tudi s tem povezanih problemov. Tako bo razvil kritičen odnos do trenutnih tehničnih rešitev na tem področju kar mu bo omogočilo ustvarjalno delo pri raziskavah in razvoju novih izdelkov in rešitev.

**Objectives and competences:**

The course aims to acquaint students with the state of the art on selected topics of intelligent buildings, which are currently at the center of research and development. Students will be aware of the importance and impact of building automation on working and living environment of humans and will know its operation as well as the related problems. They will develop a critical attitude towards the current technical solutions in this field which will allow them creative research work and development of new products and solutions.

**Predvideni študijski rezultati:**

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- opredeliti pojem inteligentne stavbe;
- navesti njene sestavne dele;
- povezati znanje s področja inteligentnih stavb z znanjem z drugih področij, ki se ukvarjajo z delovnim in bivalnim okoljem (npr. elektrotehnika, arhitektura, medicina, ergonomija ...);
- zasnovati tehnične rešitve za uporabo v inteligentnih stavbah;
- razviti nove koncepte na področju inteligentnih stavb in
- zagovarjati razvite rešitve in koncepte s stališča primernosti in energetske učinkovitosti.

**Intended learning outcomes:**

After successful completion of the course, students should be able to:

- define the intelligent building;
- indicate its components;
- connect knowledge in the field of intelligent buildings with knowledge from other fields dealing with working and living environment (e.g. electrical engineering, architecture, medicine, ergonomics ...);
- design technical solutions for use in intelligent buildings;
- develop new concepts in the field of intelligent buildings and
- advocate developed solutions and concepts in terms of suitability and energy efficiency.

**Metode poučevanja in učenja:**

Vodeno seminarsko delo, konzultacije.

**Learning and teaching methods:**

Guided seminar work, consultations.

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

Način: seminarsko delo, ustna predstavitev seminarskega dela. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Prispevki k oceni: seminarsko delo ustna predstavitev seminarja		Type: seminar work, oral presentation of seminar work. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Contributions to final grade: Seminar work Oral presentation of seminar work
seminarsko delo	50,00 %	Seminar work
ustna predstavitev seminarja	50,00 %	Oral presentation of seminar work

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

1. KOBAV, Matej Bernard, BIZJAK, Grega, KLANJŠEK GUNDE, Marta, MALOVRH REBEC, Katja. LED spectra and its photobiological effects. Light & engineering, ISSN 1068-9761, 2013, vol. 21, no. 1, str. 22-27, ilustr. [COBISS.SI-ID 9806676]
2. KOBAV, Matej Bernard, BIZJAK, Grega, DUMORTIER, Dominique. Characterization of sky scanner measurements based on CIE and ISO standard CIE S 011/2003. Lighting research & technology, ISSN 1477-1535. [Print ed.], Aug. 2013, vol. 45, no. 4, str. 504-512, ilustr. <http://lrt.sagepub.com/content/45/4/504.full.pdf+html>, doi: 10.1177/1477153512458916. [COBISS.SI-ID 9897300]
3. KOBAV, Matej Bernard, BIZJAK, Grega. LED spectra and melatonin suppression action function. Light & engineering, ISSN 1068-9761, 2012, vol. 20, no. 3, str. 15-22, ilustr. [COBISS.SI-ID 9970772]

4. BIZJAK, Grega, KOBAV, Matej Bernard, YLINEN, Anne-Mari, PUOLAKKA, Marjukka, HALONEN, Liisa. How energy efficient is road lighting practice in Slovenia. *Light & engineering*, ISSN 1068-9761, 2012, vol. 20, no. 3, str. 82-88, ilustr. [COBISS.SI-ID 9970516]
5. KOBAV, Matej Bernard, BIZJAK, Grega. Sky luminance models. V: BECKERS, Benoit (ur.). *Solar energy at urban scale*. London: ISTE; Hoboken: Wiley, cop. 2012, str. 37-56, ilustr. [COBISS.SI-ID 9261908]

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Inteligentni mobilni transportni sistemi  
**Course title:** Intelligent mobile transport systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64823

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	60				35	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Roman Kamnik

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

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

Vpis v letnik 3. stopnje študija.

**Prerequisites:**

Enrollment into doctoral program.

**Vsebina:**

Uvod: pregled avtonomnih mobilnih sistemov glede na izvedbo pogona ter vrsto uporabe. Zaznavanje in orientacija v prostoru: senzorni sistemi, senzorna integracija, identifikacija parametrov in stanja, lokalizacija, navigacija v prostoru, gradnja zemljevida. Matematično modeliranje in simulacije: kinematični in dinamični model, model interakcije z okoljem, model interakcije človek-stroj. Vodenje: načrtovanje poti, vodenje pogona, interakcija z okolico, večagentni sistemi, manipulacija. Aktivni varnostni sistemi: nadzor stabilnosti, izogibanje oviram, preprečevanje trkov, sledenje.

**Content (Syllabus outline):**

Introduction: a review of autonomous mobile systems with consideration to the type of actuation and usage. Perception and reasoning about space: sensory systems, sensory integration, parameters and state identification, localization, navigation in the space, map building. Mathematical modelling and simulation: kinematic and dynamic model, environment interaction model, interaction model man/machine. Control: path planning, drive control, interaction control, multiagent systems, manipulation. Active safety systems: stability control, obstacle avoidance, collision avoidance, tracking.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

Siegwart R, Nourbakhsh IR, Scaramuzza D (2004) Introduction to autonomous mobile robots, MIT Press, Cambridge  
Tzafestas S (2013) Introduction to mobile robot control, Elsevier, Amsterdam  
Thrun S, Burgard W, Fox D (2005) Probabilistic Robotics, MIT Press, Cambridge  
Li L, Wang FY (2007) Advanced motion control and sensing for intelligent vehicles, Springer-Verlag, Berlin  
Jazar RN (2009) Vehicle dynamics: Theory and application, Springer-Verlag, Berlin

**Cilji in kompetence:**

Predmet pokriva področje inteligentnih mobilnih sistemov, vključujoč mobilne robote in avtonomna vozila. Cilj predmeta je pridobiti znanja potrebna za

**Objectives and competences:**

The subject covers the area of intelligent mobile systems incorporating mobile robots and autonomous vehicles. The aim of the course is to acquire knowledge

razumevanje principov vodenja, zaznavanja in orientiranja v prostoru, matematičnega modeliranja in simuliranja ter zagotavljanja stabilnosti in varnosti mobilnih robotskih sistemov.	necessary for understanding principles of control, perception and reasoning about space, mathematical modelling and simulation, and stability and safety assurance of robotic mobile systems.
---	---

<b>Predvideni študijski rezultati:</b>	<b>Intended learning outcomes:</b>
Znanje in razumevanje: Znanje matematičnega opisa lege, gibanja in ravnotežnih pogojev za mobilni sistem. Poznavanje principov zaznavanja in združevanja informacije o okolju. Poznavanje principov vodenja mobilnih sistemov. Uporaba naštetih znanj pri praktičnem delu z mobilnimi roboti.	Knowledge and understanding: Knowledge of description of pose, motion and stability parameters for mobile systems. Understanding of environment perception and sensory data fusion. Knowledge of control principles for mobile systems. Usage of learned knowledge in practical work with mobile robots.

<b>Metode poučevanja in učenja:</b>	<b>Learning and teaching methods:</b>
Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom rešitev enostavnih praktičnih primerov. Študentje opravijo seminarsko delo, pri katerem z lastnimi rešitvami obdelajo kompleksnejši problem.	Lectures give the theoretical background about presented chapters thematics together with demonstration of simple practical examples. Students accomplish an individual seminar work in which with own solutions address more complex problems.

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Zahtevana je uspešna izvedba seminarskega dela. Študentje pripravijo poročilo in predstavitev dela. Ustni izpit ob zaključku.		Successful seminar work accomplishment is required. Handouts are work report and presentation. Oral examination at the end.
seminar	50,00 %	seminar work
ustni izpit	50,00 %	oral exam

<b>Reference nosilca/Lecturer's references:</b>
Ambrožič L, Goršič M, Geeroms J, Flynn L, Lova M, Kamnik R, Munih M, Vitiello N (2014) Cyberlegs: a user-oriented robotic transfemoral prosthesis with whole-body awareness control. IEEE robot autom mag 21:82-93
Šlajpah S, Kamnik R, Munih M (2014) Kinematics based sensory fusion for wearable motion assessment in human walking. Comput methods programs biomed 116:131-144
Ambrož M, Prebil I, Kamnik R, Munih M (2012) System for interactive scientific driving simulation with haptic information. Adv eng softw 45:239-251
Činkelj J, Kamnik R, Čepon P, Mihelj M, Munih M (2010) Closed-loop control of hydraulic telescopic handler. Autom constr 19:954-963
Kamnik R, Boettiger F, Hunt K (2013) Roll dynamics and lateral load transfer estimation in articulated heavy freight vehicles. Proc Inst Mech Eng, D J automob eng, 217:985-997

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Inteligentno vodenje v sodobnih sistemih  
**Course title:** Advanced intelligent control systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64840

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Igor Škrjanc

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

Vpis v doktorski študij  
Predhodna izobrazba priporočljivo naravoslovno tehniške usmeritve.

**Prerequisites:**

Enrolment in the program  
Finished programme recommended from natural scientist field.

**Vsebina:**

Uvod v inteligentne sisteme. Osnovni principi mehkih in nevronskega vodenja. Osnovni principi adaptivnih sistemov: direktni in indirektni adaptivni sistemi, samonastavljivi regulatorji, razporejanje parametrov in ojačenja. Pregled principov in metod prediktivnega vodenja. Prediktivno vodenje na osnovi mehkih modelov. Adaptivno vodenje na osnovi mehkih modelov. Primeri inteligentnega vodenja v sodobnih sistemih visokih tehnologij: v kemijski, farmacevtski, biokemijski in v primeru avtonomnih sistemov.

**Content (Syllabus outline):**

Introduction to intelligent systems. Basic principles of fuzzy and neural systems in control. Basic principles of adaptive systems: direct and indirect approaches, self-tuning controllers, gain-scheduling controllers. Basic principles and methods of predictive control. Fuzzy model based predictive and adaptive control. Examples of intelligent control in advanced technological processes.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

Nelles O (2000) Nonlinear System Identification, Springer.  
Karer G, Škrjanc I (2013) Predictive Approaches in Control of Complex Systems, Springer.  
Škrjanc I (2014) Inteligentne metode v identifikaciji sistemov, skripta v pripravi.

**Cilji in kompetence:**

- predstaviti problematiko inteligentnega vodenja
- predstaviti metode prediktivnega in adaptivnega vodenja
- predstaviti problematiko uporabe naprednih metod vodenja v sodobnih sistemih
- predstaviti orodja za načrtovanje naprednih metod vodenja

**Objectives and competences:**

- to present the problems of intelligent control systems
- to present the methods of predictive and adaptive control
- to present the implementation problems of advanced control systems

	<ul style="list-style-type: none"> <li>to present the tools for design of advanced control systems</li> </ul>
--	---

<b>Predvideni študijski rezultati:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>osnovna znanja s področja inteligentnih sistemov v vodenju</li> <li>napredni pristopi pri vodenju sodobnih sistemov</li> <li>uporaba osvojenih znanj pri projektne delu</li> </ul>	<b>Intended learning outcomes:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>basic knowledge from intelligent control systems</li> <li>advanced approaches in modern control systems</li> <li>use of obtained knowledge at project work</li> </ul>
--	---

<b>Metode poučevanja in učenja:</b> Predavanja, mentorsko delo in seminar.	<b>Learning and teaching methods:</b> Lectures, tutorials, seminar.
---	--

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Projekt	100,00 %	Project

<b>Reference nosilca/Lecturer's references:</b> Nunez A, Schutter B de, Saez D, Škrjanc I (2014) Hybrid-fuzzy modeling and identification. <i>Applied soft computing</i> 17: 67-77. Škrjanc I (2011) Fuzzy confidence interval for pH titration curve. <i>Applied mathematical modelling</i> 35: 4083-4090. Hartmann B, Baenfer O, Nelles O, Sodja A, Teslić L, Škrjanc I (2011) Supervised hierarchical clustering in fuzzy model identification. <i>IEEE transactions on fuzzy systems</i> 19, 6: 1163-1176. Dovžan D, Škrjanc I (2010) Predictive functional control based on an adaptive fuzzy model of a hybrid semi-batch reactor. <i>Control engineering practice</i> 18, 8: 979-989. Škrjanc I (2009) Confidence interval of fuzzy models: an example using a waste-water treatment plant. <i>Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems</i> 96, 2: 182-187.
--

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Interakcija med človekom in strojem  
**Course title:** Human – machine interaction

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64878

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Jaka Sodnik

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

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

Vpis v letnik študija.

**Prerequisites:**

Enrollment in the study year.

**Vsebina:**

Človeška zaznava in njene omejitve (človeška čutila, spomin in čustva). Uporabniški vmesniki (vizualni, zvočni, taktilni, biometrika, naravni vmesniki). Elementi interakcije (modeli interakcije, trde in mehke kontrole, naravna in naučena interakcija, miselni modeli in metafore, navigacija, kontekst, napake). Postopki načrtovanja uporabniškega vmesnika z upoštevanjem uporabnika (hierarhična analiza nalog, določitev zahtev, izdelava prototipov). Ovrednotenje uporabniškega vmesnika s pomočjo uporabniške študije (metodologija, načrtovanje poskusa, neodvisne in odvisne spremenljivke, objektivna in subjektivna ocene, testne osebe, analiza rezultatov).

**Content (Syllabus outline):**

Human perception and its limitations (human senses, memory and emotions). User interfaces (visual, auditory, tactile, biometrics, natural interfaces). Elements of interaction (models of interaction, hard and soft controls, natural and learned interaction, mental models and metaphors, navigation, context and errors). User centred design of user interface (hierarchical tasks analysis, requirements specification, prototyping). Evaluation of user interface through a user study (methodology, experiment design, independent and dependent variables, objective and subjective evaluations, test subjects, analysis of results).

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

1. Alan Dix, Janet E. Finlay, Gregory D. Abowd and Russell Beale, Human-Computer Interaction (3rd Edition), Pearson Education Limited, 2004.
2. Scott MacKenzie, Human-Computer Interaction (An Empirical Research Perspective), Elsevier Inc., 2013.
3. Serengul Smith-Atakan, Human-Computer Interaction, Thompson Learning, 2006.

**Cilji in kompetence:**

Cilj predmeta je razložiti osnove delovanja človeških čutil in omejitev pri zaznavi različnih vrst informacije (vizualna, zvočna, taktilna). Študentje bodo razumeli različne načine interakcije med človekom in strojem in spoznali postopke načrtovanja pripadajočih

**Objectives and competences:**

The goal of this course is to explain basic functioning of human senses and its' limitations in perception of various types of information (visual, auditory, tactile). Students will understand various principles of human-machine interaction and gain knowledge on procedures

uporabniških vmesnikov. Sposobni bodo napraviti objektivno in subjektivno oceno novih ali obstoječih uporabniških vmesnikov s pomočjo uporabniških študij in ustrezno analizirati ter predstaviti rezultate teh študij.	for user interfaces design. They will be able of objectively and subjectively evaluate new or existing user interfaces through user studies. They will be able to analyze and report the results of these studies.
---	--

<b>Predvideni študijski rezultati:</b>	<b>Intended learning outcomes:</b>
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisati znanstveno področje interakcije človekstroj,</li> <li>• razložiti delovanje človeške zaznave okolja in odziva nanj,</li> <li>• opisati razpoložljive vhodnoizhodne tehnologije različnih sistemov in njihove omejitve,</li> <li>• načrtati znanstveno uporabniško študijo, ki vključuje postavitev raziskovalnih vprašanj, hipoteze, neodvisnih in odvisnih spremenljivk in več faz poskusa,</li> <li>• analizirati rezultate poskusa in izvesti ustrezno statistično analizo,</li> <li>• poročati o rezultatih v obliki znanstvenega članka.</li> </ul>	After successful completion of the course, students should be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe scientific field of humanmachine interaction,</li> <li>• explain basic principles of human perception of environment and responses to it,</li> <li>• describe available inputoutput technologies of different systems and corresponding limitations,</li> <li>• design scientific user study which includes definition of research questions, hypothesis, dependent and independent variables and experimental phases,</li> <li>• analyse results of the experiment and conduct corresponding statistical analysis,</li> <li>• report on the results in a form of a scientific article.</li> </ul>

<b>Metode poučevanja in učenja:</b>	<b>Learning and teaching methods:</b>
Predavanja s praktičnimi demonstracijami.	Lectures with practical demonstrations.

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Ocena temelji na uspešni predstavitvi rezultatov individualnega projektnega dela.	100,00 %	The assessment is based on the successful presentation of results of individual project work.

<b>Reference nosilca/Lecturer's references:</b>
<p><b>Book</b> Sodnik J, Tomažič S (2015) Spatial auditory human-computer interfaces, SpringerBriefs in computer science, Springer</p> <p><b>Journal articles</b> Jakus G, Dicke C, Sodnik J (2015) A user study of auditory, head-up and multi-modal displays in vehicles. Applied Ergonomics 46:184-192 Adhikarla VK, Sodnik J, Szolgay P, Jakus G (2015) Exploring direct 3D interaction for full horizontal parallax light field displays using leap motion controller. Sensors 15(4): 8642-8663 Sodnik J, Jakus G, Tomažič S (2011) Multiple spatial sounds in hierarchical menu navigation for visually impaired computer users. International journal of human-computer studies 69:100-112 Sodnik J, Dicke C, Tomažič S, Billinghurst M (2008) A user study of auditory versus visual interfaces for use while driving. International journal of human-computer studies 66(5):318-332</p>

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Interaktivnost in uporabniška izkušnja v multimedijских sistemih  
**Course title:** Interactivity and user experience in multimedia systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64874

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	30	15			50	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Matevž Pogačnik

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

**Prerequisites:**

Vpis v doktorski študij      Enrolment in the program

**Vsebina:**

Uvod: Gradniki, arhitekture in storitve interaktivnih multimedijских sistemov.  
Interaktivnost: Principi interaktivnosti in modalnosti upravljanja naprav (glas, geste, različne naprave in upravljalniki, drugi zaslon).  
Uporabniška terminalna oprema in senzorji (naprede vhodno-izhodne naprave za interakcijo). Tehnološki aspekti povezovanja interaktivnih naprav z multimedijскими storitvami.  
Uporabniška izkušnja: pomembnost dobre uporabniške izkušnje, postopki načrtovanja in evalvacije uporabniških vmesnikov in uporabniške izkušnje (uporabniško usmerjeno načrtovanje). Specifike različnih skupin uporabnikov. Prilagajanje storitev in vmesnikov uporabnikom in kontekstu uporabe (personalizacija).

**Content (Syllabus outline):**

Introduction: Building blocks, architectures and services in interactive multimedia systems  
Interactivity: Principles of interactivity and interaction modalities (voice, gestures, different devices and controls, second screen and companion screen).  
User devices and sensors (advanced input/output interaction devices). Technology aspects of integrating the interactive control devices with multimedia services.  
The user experience: the importance of good user experience, design and evaluation of user interfaces and user experience (user-centered design). Specifics of different user groups. Adapting services and interfaces to users and context of use (personalization).

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

1. Vaughan T.; Multimedia: Making it work, McGraw -Hill Osborne media; 2010
2. Bassi A., Bauer M., Fiedler M., Kramp T., Kranenburg R.; Enabling Things to Talk: Designing IoT solutions with the IoT Architectural Reference Model; Springer Open, 2013
3. Albert W., Tullis T.; Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics; Elsevier, 201
4. Krug, S.; Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability (3rd Edition); New Riders; 201
5. Rogers, Y., Sharp, H., Preece, J.; Interaction Design: Beyond Human - Computer Interaction (3rd edition); Wiley, 2011.

**Cilji in kompetence:**

Razume osnove delovanje multimedijjskih sistemov. Pozna principe interaktivnosti in je sposoben oceniti primernost različnih modalnosti interakcije za izbrano napravo in storitev. Razume tehnološke aspekte delovanja, interaktivnih sistemov, vključno z razumevanjem tipov in delovanja terminalne in senzorske opreme. Pozna principe načrtovanja in evalvacije uporabniških vmesnikov s poznavanjem specifik različnih skupin uporabnikov.

**Objectives and competences:**

Understand the basic of multimedia systems. Knows the principles of interactivity and is able to assess the suitability of different modalities of interaction for the selected device and service. Understand the technological aspects of the interactive systems, including the devices and sensors. Knows the principles of design and evaluation of user interfaces with knowledge of the specifics of different user groups.

**Predvideni študijski rezultati:**

Poznavanje osnovnih gradnikov, arhitektur in storitev v multimedijjskih sistemih. Razumevanje principov interaktivnosti s poznavanjem različnih modalnosti interakcije in primernostjo njihove uporabe v različnih storitvah in napravah. Poznavanje tehnoloških aspektov integracije upravljalnih naprav in storitev. Razumevanje pomembnosti uporabniške izkušnje v multimedijjskih storitvah, poznavanje postopkov uporabniško usmerjenega načrtovanja in evalvacije uporabniških vmesnikov. Razumevanje razlik in potreb različnih uporabniških skupin v smislu preprostosti interakcije in uporabe storitev.

**Intended learning outcomes:**

Knowledge of basic building blocks, architectures and services in multimedia systems. Understanding of the principles of interactivity with the knowledge of different modalities of interaction and suitability of their use in various services and devices. Understanding the technological aspects of communication between interactive controllers and services. Understanding the importance of user experience in multimedia services, knowledge of user-centered design and evaluation of user interfaces. Understanding the differences and needs of different user groups in terms of ease of interaction and use of services.

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja ali mentorsko delo  
Vaje  
Seminar

**Learning and teaching methods:**

Lectures or mentoring  
Tutorial  
Seminar

**Načini ocenjevanja:****Delež/Weight****Assessment:**

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
ustni izpit	60,00 %	Oral exam
Seminar	30,00 %	Seminar
Vaje	10,00 %	Tutorial

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

## Journal article

1. Pogačnik M, Tasič J, Meža M, Košir A (2005) Personal content recommender based on a hierarchical user model for the selection of TV programmes. User modeling and user-adapted interaction, The Journal of personalisation research 15: 425-457
2. Guna J, Jakus G, Pogačnik M, Tomažič S, Sodnik J (2014) An analysis of the precision and reliability of the leap motion sensor and its suitability for static and dynamic tracking. Sensors 14: 3702-3720
3. Guna J, Stojmenova E, Lugmayr A, Humar I, Pogačnik M (2013) User identification approach based on simple gestures. Multimedia tools and applications 1:1-15
4. Stojmenova E, Guna J, Dinevski D, Pogačnik M (2012) A case study from Iskratel : improving the user experience in a telecommunications company. E-society journal 2:77-84
5. Požrl T, Kunaver M, Pogačnik M, Košir A, Tasič J (2012) Improving human-computer interaction in personalized TV recommender. Electrical & computer engineering E1:19-36

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Izbrana poglavja iz matematike  
**Course title:** Selected topics in Mathematics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64801

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Gregor Dolinar

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

Vpis v doktorski študij.

**Prerequisites:**

Enrolment in the program.

**Vsebina:**

Funkcionalna analiza:  
- metrični prostori (pojem razdalje, lastnosti metričnih prostorov, primeri različnih metrik na evklidskih in funkcijskih prostorih)  
- normirani prostori (pojem norme, zveza med normo in razdaljo)  
- prostori s skalarnim produktom (Hilbertov prostor)  
- omejeni linearni operatorji, matrike (princip skrčitve slik in negibna točka, spektralna teorija, lastne vrednosti in lastni vektorji)  
- valčki  
Diskretna matematika:  
- osnove teorije grafov  
- prirejanja in pokritja v dvodelnih grafih, dualnost, Hallov pogoj, stabilna prirejanja  
- problem pretoka v omrežjih, maksimalni pretok in minimalni prerez, izrek Forda in Fulkersona, dualnost, celoštevilski pretoki  
- linearno programiranje, simpleksni postopek, primalni in dualni linearni programi, uporaba  
Numerično reševanje parcialnih diferencialnih enačb z metodo končnih elementov:  
- metoda končnih differenc za robni problem drugega reda  
- variacijska (šibka) oblika problema (ustrezni funkcijski prostori, ekvivalenca oblik)  
- diskretizacija (triangulacije, baze z majhnim nosilcem, zapis problema v matrični obliki,

**Content (Syllabus outline):**

Functional analysis:  
- metric spaces (notion of distance, properties of metric spaces, examples of different metrics on vector spaces and on functional spaces)  
- normed vector spaces (notion of norm, relations between norms and metrics)  
- spaces with scalar product (Hilbert space)  
- bounded linear operators, matrices (contraction mapping principle and fixed point, spectral theory, eigenvalues and eigenvectors)  
- wavelets  
Discrete mathematics:  
- graphs, basics.  
- matchings and coverings in bipartite graphs, duality, Hall marriage condition, stable matchings  
- flow problems in networks, maximum flow and minimum cut, Ford/Fulkerson theorem, duality, flow integrality  
- linear programming, simplex method, primal and dual programs, applications  
Numerical solution of partial differential equations by the finite element method:  
- finite element method for second order boundary value problem  
- variational (weak) form of the problem (appropriate functional spaces, equivalence of classical and variational form)

numerično računanje integralov) - numerično reševanje s paketom FreeFEM++	- discretization (triangulation, bases with local support, matrix form notation) - numerical integration - numerical solution using FreeFEM++ open source package
--	---

### Temeljna literatura in viri/Readings:

[1] M. Pedersen, Functional Analysis in Applied Mathematics and Engineering, Chapman & Hall/CRC, 1999. [2] J. T. Oden, L. Demkowicz, Applied Functional Analysis, CRC Press, 2010. [3] R. Diestel, Graph Theory, Springer-Verlag, GTM 173, 3. izdaja, 2005. [4] J. M. Kleinberg, Éva Tardos, Algorithm design, Addison-Wesley, 2006. [5] B. S. Jovanović, E. Süli, Analysis of finite difference schemes, Springer, 2014. [6] J. N. Reddy, An Introduction to the Finite Element Method (Engineering Series), McGraw-Hill Education, 2005.
---

### Cilji in kompetence:

Namen predmeta je predstavitev nekaterih matematičnih pojmov in metod, ki se pogosto uporabljajo pri formulaciji in reševanju problemov v elektrotehniki. Pri tem je poudarek na poglobljenem razumevanju teh pojmov in še zlasti na korektni uporabi matematičnih metod pri reševanju problemov iz elektrotehnike.	<b>Objectives and competences:</b> Presentation of mathematical notions and methods which are frequently used in formulation and in solution of different problems which arise in electrical engineering. Deeper understanding of mathematical concepts and correct usage of mathematical methods are emphasized.
---	--

### Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: <ul style="list-style-type: none"> <li>• uporabiti nove pristope k reševanju zahtevnih problemov,</li> <li>• ustrezno izbrati in uporabiti metode iz funkcionalne analize,</li> <li>• ustrezno izbrati in uporabiti metode iz diskretne matematike,</li> <li>• ustrezno izbrati in uporabiti metode reševanja parcialnih diferencialnih enačb,</li> <li>• kritično ovrednotiti dobljene rezultate.</li> </ul>	<b>Intended learning outcomes:</b> After successful completion of the course, students should be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• use new approaches to solve difficult problems in electrical engineering,</li> <li>• choose and use appropriate methods from functional analysis,</li> <li>• choose and use appropriate methods from discrete mathematics,</li> <li>• choose and use appropriate methods for solving partial differential equations,</li> <li>• critically evaluate the obtained results.</li> </ul>
--	--

### Metode poučevanja in učenja:

V okviru predavanj so predstavljena vsa tri naštetata področja. Študent izbere enega izmed naštetih področij. Od študenta se pričakuje poglobljeno znanje izbranega področja, na preostalih dveh področjih si pridobi zgolj temeljna znanja.	<b>Learning and teaching methods:</b> Lectures cover all three listed topics. Student choose one of the topic. Deeper understanding of the chosen topic and basic knowledge about the other two topics are required.
--	---

### Načini ocenjevanja:

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: domače naloge, seminarska naloga. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Domače naloge z vseh treh področij. Seminarska naloga, pri kateri študent reši problem, ki je povezan z elektrotehniko, in pri tem uporabi pridobljena matematična znanja s poudarkom na enem izmed naštetih področij. Prispevki k oceni: - domače naloge, - seminarska naloga.		Type: homework assignments, seminar assignment. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Homeworks from all three topics. Seminar, where a student solve a problem, connected to electrical engineering, with mathematical methods from the chosen topic. Contributions to final grade: - homework assignments, - seminar assignment.
domače naloge,	60,00 %	homework assignments
seminarska naloga	40,00 %	seminar assignment

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

1. DOLINAR, Gregor, MOLNÁR, Lajos. Sequential endomorphisms of finite-dimensional Hilbert space effect algebras. *Journal of physics. A, Mathematical and theoretical*, ISSN 1751-8113, 2012, vol. 45, no. 6, 065207 (11 str.).
2. DOLINAR, Gregor, KUZMA, Bojan, OBLAK, Polona. On maximal distances in a commuting graph. *The electronic journal of linear algebra*, ISSN 1081-3810, 2012, vol. 23, str. 243-256.
3. DOLINAR, Gregor, MOLNÁR, Lajos. Automorphisms for the logarithmic product of positive semidefinite operators. *Linear and Multilinear Algebra*, ISSN 0308-1087, 2013, vol. 61, no. 2, 161-169.
4. DOLINAR, Gregor, HOU, Jin Chuan, KUZMA, Bojan, QI, Xiaofei. Spectrum nonincreasing maps on matrices. *Linear Algebra and its Applications*, ISSN 0024-3795. [Print ed.], 2013, vol. 438, iss. 8, str. 2504-3510
5. DOLINAR, Gregor, GUTERMAN, Aleksandr Emilevič, KUZMA, Bojan, OBLAK, Polona. Commuting graphs and extremal centralizers. *Ars mathematica contemporanea*, ISSN 1855-3966. [Tiskana izd.], 2014, vol. 7, no. 2, str. 453-459.

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Izbrana poglavja vodenja kompleksnih sistemov  
**Course title:** Selected Topics of Complex Systems Control Design

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64833

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	60				35	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Maja Atanasijević-Kunc

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis na doktorski študij.

**Prerequisites:**

Enrolment in the PHD study.

**Vsebina:**

Vsebina predmeta obsega obravnavo naslednje snovi:

- **uvod v kompleksne sisteme** (opis in matematične predstavitve kompleksnih sistemov: nezanesljivosti modelov, multivariabilni in veliki sistemi, sistemi z zakasnitvami, fazno -neminimalni sistemi, nelinearni in časovno-spremenljivi sistemi, kombinirani zvezno-diskretni sistemi)
- predstavitev težavnih lastnosti s pomočjo kvalitativnih in kvantitativnih funkcij **analize**,
- predstavitev nekaterih možnosti **načrtovanja vodenja**, ki vključujejo tudi koncepte optimalnosti (na impliciten oz. ekspliciten način):  
problem optimalnega vodenja (principi in kriteriji, linearni kvadratični regulator, observatorji stanj, kombinacija metod optimalnega načrtovanja z modernimi metodami načrtovanja),  
adaptivno načrtovanje,  
hierarhično in porazdeljeno vodenje, sistemi mrežnega vodenja,
- razširitev rezultatov na razvoj ekspertnih sistemov, **tehnologija izvedbe vodenja** kompleksnih sistemov (računalniški sistemi za vodenje in programirljivi krmilniki, programska oprema, omrežne tehnologije, industrijski informacijski sistemi).

**Content (Syllabus outline):**

Contents of the course is concentrating to the following:

- **introduction to complex systems** (description and mathematical representation of complex systems: model uncertainty, multivariable and large-scale systems, systems with time-delays, non-minimum-phase systems, nonlinear and time-varying systems, combined continuous – discrete event systems)
- presentation of performance limitations using **analysis**,
- presentation of corresponding **control design** approaches, which include also the concepts of optimal control strategies (in implicit or explicit manner):  
optimal control problem (principles and criteria, linear quadratic controller, state observers, combination of optimal control with modern design methods),  
adaptive control design,  
hierarchical and distributed control,  
network control systems,
- results extension to expert system development - **control implementation technology** for complex systems (computer control systems and programmable logic controllers, corresponding software, network technologies, industrial information systems).

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- [1] S. Skogestad, I. Postlethwaite, *Multivariable Feedback Control, Analysis and Design*, John Wiley and Sons Ltd, Chichester, 2006.
- [2] P. Jackson: *Introduction to Expert Systems*, Addison - Wesley, Harlow, 1999.
- [3] Astrom, Wittenmark, *Adaptive control*, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston, MA, USA, 1994.
- [4] R. Karba, M. Atanasijević-Kunc, *Multivariabilni sistemi*, Založba FE in FRI, 2010.
- [5] M. Atanasijević-Kunc, *Multivariabilni sistemi, predstavitev, analiza in načrtovalne skozi primere*, Založba FE in FRI, 2004.
- [6] J. Stenerson, *Fundamentals of Programmable Logic Controllers, Sensors and Communication*, Third Edition, Pearson/Prentice Hall, 2004.

#### Cilji in kompetence:

Cilji predmeta so:

- predstaviti lastnosti dinamičnih sistemov, ki jih uvrščajo med težavne za vodenje,
- predstaviti matematična orodja za obravnavo teh lastnosti,
- predstaviti nekatere značilne metode in pristope načrtovanja tovrstnih sistemov,
- predstaviti praktične vidike realizacije vodenja kompleksnih sistemov.

Glede na širino področja bomo lahko problematiko prilagodili tudi specifičnim potrebam posameznega študenta.

#### Objectives and competences:

Course goals are:

- to present properties of dynamic systems which introduce difficulties to control design,
- to present mathematical tools enabling analysis of mentioned problems,
- to present some of algorithms and methods which are suitable for such systems design,
- to present practical implementation problems of complex control systems.

Taking into account extensiveness of indicated theory, adaptation to student's specifics is also possible.

#### Predvideni študijski rezultati:

- poznavanje in razumevanje lastnosti dinamičnih sistemov,
- razumevanje, zakaj je dosegljiva kvaliteta obnašanja nekaterih sistemov omejena,
- uporaba izbranih metod načrtovanja vodenja kompleksnih sistemov,
- analiza lastnost, ki so pomembne pri realizaciji načrtanih rezultatov vodenja,
- ustreznost predstavitev rezultatov načrtovanja v pisni in ustni obliki.

#### Intended learning outcomes:

- Knowledge and understanding of dynamic systems' properties,
- Understanding the limitations of reachable system operation quality,
- Usage of the chosen design algorithms which are suitable for complex systems,
- Analysis of properties, important when realizing designed complex controller,
- Adequate presentation of developed design results in both written and oral form.

#### Metode poučevanja in učenja:

Predavanja in seminarsko delo

#### Learning and teaching methods:

Lectures and seminar work

#### Načini ocenjevanja:

#### Delež/Weight

#### Assessment:

Seminarsko delo in ustni zagovor Negativna ocena je 5, pozitivne ocene so od 6 (najnižja) do 10 (najvišja). Prispevki k oceni: Seminarsko delo ustni zagovor		Seminar work and oral defence Negative grade is 5, positive grades are from 6 (lowest) to 10 (highest). Contributions to final grade: Seminar work Oral defence
Seminarsko delo	50,00 %	Seminar work
ustni zagovor	50,00 %	Oral defence

#### Reference nosilca/Lecturer's references:

1. Glavan M, Gradišar D, Atanasijević-Kunc Maja, Strmčnik S, Mušič G. (2013) Input variable selection for model-based production control and optimisation. *Int J Adv Man Tech* 68:2743-2759
2. Atanasijević-Kunc M, Logar V, Karba R, Papić M, Kos A (2011) Remote multivariable control design using a competition game. *IEEE Trans Edu* 54:97-103
3. Atanasijević-Kunc M, Kunc V (2010) RF mixers comprising active feedback load *Inf MIDEEM*, 40:163-166
4. Atanasijević-Kunc M, Karba R (2006) Multivariable control design with expert-aided support. *WSEAS Trans Sys*, 10:2299-2306

5. Karba R, Atanasijević-Kunc M (2010) Multivariabilni sistemi. Založba UL FE-FRI, Ljubljana

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Krmiljenje in regulacija elektronsko komutiranih motorjev  
**Course title:** Control of Electronically Commutated Motors

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64832

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Danijel Vončina

**Vrsta predmeta/Course type:**

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	

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

**Prerequisites:**

**Vsebina:**

Princip delovanja in fizikalni model enosmernega elektronsko komutiranega motorja s trajnimi magneti. Princip delovanja in fizikalni model preklopnega reluktančnega motorja. Principi krmiljenja unipolarnih, bipolarnih in bifilarnih izvedb koračnih motorjev. Mostična, polmostična in asimetrična pretvorniška vezja z različnim številom stikalnih elementov za napajanje elektronsko komutiranih motorjev. Krmiljenje elektronsko komutiranih motorjev. Optimizacija krmiljenja z nastavljanjem kota prevajanja tranzistorjev. Optimizacija navorne karakteristike. Ukrepi za zmanjšanje valovitosti navora. Senzorji za merjenje vrtilne hitrosti. Brezsenzorske metode za določanje vrtilne hitrosti rotorja. Principi regulacije faznih tokov. Regulacija vrtilne hitrosti z različnimi izvedbami regulatorjev.

**Content (Syllabus outline):**

Principle of operation and modeling of the brushless permanent magnet motor. Principle of operation and modeling of the switched reluctance motor. Principle of operation of the unipolar, bipolar and bifilar wound stepper motor. Bridge, half-bridge and asymmetric switched-mode power converter topologies with different number of switches for power supply of brushless motor. 120° el. and 180° el. angle switch-on control mode of brushless motor. Optimization of brushless motor control algorithm by magnetic flux weakening method and the modification of the switch-on angle. Optimization of torque-speed characteristic. Methods for cogging torque reduction. Sensors for position and speed detection of the rotor. Sensorless control of brushless motors. Phase current control. Design and implementation of rotor speed and motor torque controllers.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- [1] Bose B K (2002) Modern Power Electronics and AC Drives. Prentice Hall
- [2] Krishnan R (2001) Switched Reluctance Motor Drives. CRC Press
- [3] Krause PC, Wasynczuk O, Sudhoff SD (2002) Analysis of Electric Machinery and Drive Systems. John Wiley & Sons
- [4] Luo FL, Ye H (2004) Advanced DC/DC converters. CRC Press
- [5] Ibrahim D (2006) Microcontroller Based Applied Digital Control. John Wiley & Sons
- [6] Miller JM (2004) Propulsion Systems for Hybrid Vehicles. The institution of Electrical Engineers IEE. London
- [7] Doncker R, Pülle D, Veltman A (2011) Advanced in Electrical Drives. Springer
- [8] Wach P (2011) Dynamics and Control of Electrical Drives. Springer

**Cilji in kompetence:**

Cilj predmeta je poznavanje novih pristopov pri krmiljenju in regulaciji električnih in mehanskih veličin elektronsko komutiranih motorjev. Študent bo sposoben samostojno načrtovati različne tipe močnostnih polprevodniških pretvornikov glede na izbran elektronsko komutirani motor in izdelati optimalni krmilno-regulacijski algoritem za doseganje želenih parametrov elektromotorskega pogona.

**Objectives and competences:**

The objective of the course is to equip students with knowledge of modern control principles of brushless permanent magnet and switched reluctance motors. Special attention will be given to current, speed and torque control algorithms of brushless motors in order to achieve optimal parameters of the electric motor drive. Students will be able to design a control algorithm and to select an appropriate type of switch-mode power converter for a brushless motor drive.

**Predvideni študijski rezultati:**

Študenti bodo pridobili znanje za uspešno načrtovanje elektromotorskih pogonov, ki so sestavljeni iz elektronsko komutiranih električnih strojev in učinkovitih močnostnih polprevodniških pretvornikov.

**Intended learning outcomes:**

Student will be able to design advanced electrical drives based on electronically commutated electric machines and high efficient power electronic converters.

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja

**Learning and teaching methods:**

Lectures

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

Pisni izpit	50,00 %	Written exam
projekt	50,00 %	individual project evaluation

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

- [1] Flisar U, Vončina D, Zajec P (2012) Voltage sag independent operation of induction motor based on Z-source inverter. *Compel*, vol 31, no 6: 1931-1944
- [2] Petkovšek M, Leban A, Nemec, M., Vončina D, Zajec P (2013) Series active power filter for high-voltage synchronous generators. *Informacije MIDEA*, vol. 43, no. 4: 228-234
- [3] Kosmatin P, Miljavec D, Vončina D (2012) A novel control strategy for the switched reluctance generator. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2012, rok 88, no. 7a: 49-53
- [4] Modrijan G, Petkovšek M, Zajec P, Vončina D (2008) Precision B-H analyser with low THD secondary induced voltage. *IEEE trans. ind. electron*, vol. 55, no. 1: 364-370
- [5] Bajec P, Pevec B, Vončina D, Miljavec D, Nastran (2005) Extending the low-speed operation range of PM generator in automotive applications using novel AC-DC converter control. *IEEE trans. ind. electron* vol. 52, no. 2: 436-443

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Merilna dinamika in tehnike elektromagnetne kompatibilnosti
<b>Course title:</b>	Measurement dynamics and techniques of electromagnetic compatibility

<b>Študijski programi in stopnja</b>	<b>Študijska smer</b>	<b>Letnik</b>	<b>Semestri</b>
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64870

<b>Predavanja</b>	<b>Seminar</b>	<b>Vaje</b>	<b>Klinične vaje</b>	<b>Druge oblike študija</b>	<b>Samostojno delo</b>	<b>ECTS</b>
30	60				35	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Dušan Agrež

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

<b>Jeziki/Languages:</b>	<b>Predavanja/Lectures:</b>	Slovenščina, Angleščina
	<b>Vaje/Tutorial:</b>	

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

Vpis v doktorski študij.  
Obveznih pogojev ni. Priporočeno predznanje obsega osnovno poznavanje s področja meritev, merilne instrumentacije ter osnov sistemov in signalov.

## Prerequisites:

Enrolment in the program.  
There are no compulsory prerequisites. Recommended prior knowledge comprises basic topics of measurements, measurement systems, and fundamentals of the system theory and signals.

## Vsebina:

Amplitudna in časovna dinamika posplošenega merilnega kanala: prireditev signala, vzorčenje in kvantizacija. Principa nedoločenosti: časovno-frekvenčni, amplitudno-časovni. Princip končnega upadanja signalov in učinek iztekanja. Analiza značilnih vrednosti merilnih signalov in sistemov v časovnem, frekvenčnem in informacijskem prostoru. Merjenje in vrednotenje osnovnih parametrov periodičnih signalov (frekvence, amplitude in faze) v časovnem in frekvenčnem prostoru ob prisotnosti šuma in primerjava merilnih negotovosti s teoretično dosegljivimi Cramer-Rao mejami.  
Elektromagnetna kompatibilnost sistema, izvori in odpravljanje motilnih signalov. Obravnava občutljivosti procesnih merilnih sistemov na merilne, vplivne in motilne veličine. Vrste motenj in mehanizmi vnosa v merilni krog, galvanski vnos, kapacitivni, induktivni in elektromagnetni vnos. Ukrepi za izboljšanje odziva merilnih sistemov z aparaturno in programsko opremo z upoštevanje merilne dinamike. Ukrepi z aparaturno opremo: oblikovanje odzivov vhodnih stopenj, simetriranje, oklapanje in ozemljevanje elementov merilnega sistema. Ukrepi z obdelavo signalov:

## Content (Syllabus outline):

Amplitude and time dynamics of the generalized measurement channel: signal conditioning, sampling, and quantization. Uncertainty principles: the time-frequency uncertainty and the time-amplitude uncertainty. The principle of the limited signal decreasing and leakage effect. Analysis of the characteristic parameters of the measurement signals and systems in the time, frequency, and information domain. Measurement and estimation of the basic periodic parameters (frequency, amplitude, and phase) in the time and frequency domain in the presence of noise. Comparison of the measurement uncertainties with the theoretically achievable Cramér-Rao bounds. Electromagnetic compatibility of system, sources and suppression of disturbances. The process measurement system sensitivity to measurement, influence, and disturbance quantities. Coupling mechanisms to external sources: galvanic, capacitive, inductive, and electromagnetic coupling. Methods of improving the response of the measurement systems with hardware and software. Hardware approach: shape the impulse response of the front stages, symmetry of the inputs, shielding and grounding in the measurement systems.

filtriranje, postopki povprečenja, uporaba modulacije in analiza z DFT. Izbrana poglavja iz dinamike aparaturne in programske opreme za pridobivanje, pretvorbo in ovrednotenje procesnih veličin. Avtomatsko zajemanje merilnih podatkov in predelava ter vrednotenje z računalniki.	Software approach: filtering, averaging, modulation, and analysis with discrete Fourier transformation. Selected topics on hardware and software dynamics for acquisition, conversion and estimation of the process quantities. Automatic acquisition of the measurement data and their processing with computers.
--	---

### Temeljna literatura in viri/Readings:

<p>[1] A. V. Oppenheim, A. S. Willsky, S. Hamid, Signals and Systems (2nd Edition), Pearson Education Lim. 2014.</p> <p>[2] J. Štremfelj, D. Agrež, "Nonparametric estimation of power quantities in the frequency domain using Rife-Vincent windows", <i>IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement</i>, vol. 62, no. 8, pp. 2171-2184, Aug. 2013.</p> <p>[3] F. J. Harris, "On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transform", <i>Proceedings of the IEEE</i>, vol. 66, no. 1, pp. 51-83, January 1978.</p> <p>[4] B. Widrow, I. Kollar, Quantization Noise, Cambridge University Press, Cambridge, New York, 2008.</p> <p>[5] H. W. Ott, Electromagnetic Compatibility Engineering, John Wiley&amp;Sons, 2009.</p> <p>[6] J.G. Webster, H. Eren, Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook, Second Edition: Two-Volume Set, CRC, Springer, IEEE Press, 2014.</p>
---

### Cilji in kompetence:

Poglobiti znanje in seznaniti študente z najnovejšimi spoznanji s področja merilne dinamike ter možnostmi zmanjšanja vpliva motenj v merilnih sistemih in s tem izboljšati elektromagnetno kompatibilnost.

### Objectives and competences:

To upgrade the knowledge of the measurement science and introduce students to the state-of-the-art topics of the measurement dynamics. Provide approaches how to reduce the disturbances in the measurement systems and improved electromagnetic compatibility.

### Predvideni študijski rezultati:

Razumevanje zakonitosti merilne dinamike in možnosti izboljšanja merilnega rezultata z obdelavo signalov. Razumevanje problematike elektromagnetne kompatibilnosti in zmanjševanje motilnih signalov v merilnih sistemih.

### Intended learning outcomes:

Understanding of fundamentals of measurement dynamics and possibilities of improving the measurement result by signal processing.  
Understanding of electromagnetic compatibility and suppression of disturbind signals in the measuring systems.

### Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, seznanjanje s teoretičnimi osnovami merilne dinamike s pomočjo analize prispevkov aktualnih referenc v obliki seminarskih nalog, v drugem delu tudi reševanje kompleksnejše naloge v obliki projektnega dela na fakulteti, raziskovalnem inštitutu ali podjetju. Za specifična področja, sodelovanje z mednarodno priznanimi strokovnjaki na tem področju v okviru mednarodne organizacije IMEKO - International Measurement Confederation (sekcija TC4 – Merjenje električnih veličin).

### Learning and teaching methods:

Lectures, an introduction to theoretical basis of measurement dynamics and electromagnetic compatibility with analysis of actual papers and books in the form of seminar work. In the second part, solving of more complex problem in the project work on faculty, research institute or company. For specific topics, possible collaboration with experts in this field under international organization IMEKO - International Measurement Confederation (section TC4 – Measurement of electrical quantities).

### Načini ocenjevanja:

### Delež/Weight

### Assessment:

<ul style="list-style-type: none"> <li>Pisni in ustni izpit</li> <li>ali seminar na koncu semestra predstavitev rezultatov dela na način, ki je uveljavljen na mednarodnih strokovnih konferencah.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Writing and oral examination</li> <li>or seminar work with presentation of results at the end of semester in the way, which is a standard for presentation on international conferences.</li> </ul>
Pisni izpit ali seminar	50,00 %	Writing examination or seminar work
ustni izpit ali seminar	50,00 %	oral examination or seminar work

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Agrež D (2002) Weighted multi-point interpolated DFT to improve amplitude estimation of multi-frequency signal. IEEE Trans. Instrum. Meas. 51(2): 287-292

Agrež D (2007) Dynamics of frequency estimation in the frequency domain. IEEE Trans. Instrum. Meas. 56(6): 2111-2118

Agrež D (2011) Estimation of parameters of the weakly damped sinusoidal signals in the frequency domain. Comp. Stand. & Inter. 33(2): 117-121

Štremfelj J, Agrež D (2013) Nonparametric estimation of power quantities in the frequency domain using Rife-Vincent windows. IEEE Trans. Instrum. Meas. 62(8): 2171-2184

Agrež D (2014) A/D Conversion with non-uniform differential quantization. In: P.Carbone et al (eds.) Design, Modeling and Testing of Data Converters, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 277-306

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Merjenje in obdelava biomedicinskih signalov  
**Course title:** Measurement and processing of biomedical signals

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64881

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	30				65	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Tomaž Jarm

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis na podiplomski doktorski študij

**Prerequisites:**

Inscription in postgraduate doctoral study program

**Vsebina:**

Poglobljen pregled izbranih signalov biološkega izvora, ki jih srečujemo v raziskovalnem ali kliničnem medicinskem okolju. Fiziološki izvor in lastnosti teh signalov. Fizikalno ozadje in uporaba metod za zajem in merjenje teh signalov. Elektrode in merilne sonde za zajem neelektričnih veličin. Metode za obdelavo teh signalov v časovnem in frekvenčnem prostoru za pridobitev klinično ali raziskovalno relevantne informacije o signalnem viru (biološkem sistemu). Konkretni primeri uporabe. Obravnavali bomo signale naslednjih izvorov: elektrofiziološki signali (elektrokardiografija, elektromiografija skeletnih in gladkih mišic, elektroencefalografija, prevajanje po živcih); pretok krvi (ultrazvok, laser Doppler); oksigenacija (bližnje infrardeča spektroskopija in metode za oksimetrijo); meritve za določitev lastnosti bioloških celic (mikroskopija, spektroskopija).

**Content (Syllabus outline):**

Advanced overview of selected signals of biological origin encountered in research or in medical clinical environment. Physiological origin and typical properties of these signals. Physical background and application of methods for acquisition and measurement of these signals. Electrodes and probes for acquisition of non-electrical quantities. Signal processing methods in time and frequency domain for extraction of clinically or experimentally relevant information about the biological system. Concrete examples of application. The signals of these origins are to be discussed: electrophysiological signals (electrocardiography, electromyography of skeletal and smooth muscles, electroencephalography, nerve conduction); blood flow (ultrasound, laser Doppler); oxygenation (near infrared spectroscopy and methods for oximetry); measurement of biological cell properties (microscopy and spectroscopy).

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

L. Soernmo, P. Laguna: Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications. Academic Press, 2005.  
R.M. Rangayyan: Biomedical signal analysis: a case-study approach. Wiley-IEEE Press, 2002.  
Electromyography  
J.D. Bronzino (ed.): The Biomedical Engineering Handbook, (3rd ed.), Vol. 2: Medical Devices and Systems. CRC Press, 2006.  
R. Merletti, P. Parker: Electromyography. IEEE Press/Wiley, 2004.

T. Tagawa, T. Tamura, P. Ake Oberg: Biomedical Sensors and Instruments (2nd ed.). CRC Press, 2011.  
 T. G. Leighton: The Acoustic Bubble. Elsevier, 1994.  
 Izbrani članki iz znanstvenih revij/Selected papers from scientific journals

**Cilji in kompetence:**

Pridobiti znanje in razumevanje o metodah zajema in obdelave različnih signalov fiziološkega izvora s s praktičnim namenom pridobitve klinično ali raziskovalno pomembnih podatkov o lastnostih in delovanju biološkega sistema. Z izdelavo usmerjene projektne naloge študenti lahko pridobljeno znanje uporabijo za reševanje konkretnega problema.

**Objectives and competences:**

To gain knowledge and understanding of the methods for acquisition and processing of different physiological signals from the practical point of view of extracting relevant information (for clinical or research use) about properties and function of a biological system. By working on a project students can apply this knowledge to solving a concrete problem on a selected topic.

**Predvideni študijski rezultati:**

Spoznati širši nabor različnih biomedicinskih signalov, vključno z izvorom (celica, tkivo, organ), fiziološkim mehanizmom nastanka, lastnostmi in pomenom za klinično ali raziskovalno delo. Razumeti fizikalni princip merilnih metod za zajem biomedicinskih signalov. Na tipičnih primerih uporabe spoznati metodologijo obdelave signalov za pridobitev želene informacije. Pridobiti spretnost za reševanje konkretnega problema iz biomedicinskega področja.

**Intended learning outcomes:**

To learn about different biomedical signals, including their sources (cell, tissue, organ), physiological mechanisms of appearance, properties and relevance for clinical or research work. To understand physical principles of methods for measurement of biomedical signals.  
 To learn about methodology of signal processing to obtain required information, using typical examples from the biomedical field. To gain skills for solving a concrete problem from this field.

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja v primeru zadostnega števila vpisanih študentov, sicer samostojen študij z rednimi individualnimi konzultacijami.  
 Vsak študent dobi konkretno uporabno projektno nalogo z izbranega ožjega področja zajema in obdelave biomedicinskih signalov, v okviru katere razišče problematiko problema in poda rešitev.

**Learning and teaching methods:**

Lectures in case of sufficient number of students, otherwise independent study with regular individual consultations.  
 Every student is presented with a concrete applicative project on a selected topic from biomedical signal measurement and processing and is expected to find a solution to the problem based on literature search and practical work.

**Načini ocenjevanja:**

V primeru predavanj: pisni in/ali ustni izpit (50%) in ocena projekta (50%). V primeru samostojnega študija: delne ocene sprotne delo ob rednih srečanjih (50%) in projekt (50%)  
 Končne ocene so lahko : 6(zadostno); 7(dobro); 8 in 9(zelo dobro), 10(odlično)

**Delež/Weight**

**Assessment:**

V primeru predavanj: pisni in/ali ustni izpit (50%) in ocena projekta (50%). V primeru samostojnega študija: delne ocene sprotne delo ob rednih srečanjih (50%) in projekt (50%) Končne ocene so lahko : 6(zadostno); 7(dobro); 8 in 9(zelo dobro), 10(odlično)		In case of lectures: written or oral exam (50%) and project assessment (50%). In case of independent study: partial assessment of study results at periodical meeting (50%) and project assessment (50%). The final grades are: 6(passing grade), 7(good), 8-9(very good), 10(excellent).
Izpit	50,00 %	Exam
Projekt	50,00 %	Project

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

1. Mali B, Gorjup V, Edhemovic I, Breclj E, Cemažar M, Sersa G, Strazisar B, Miklavcic D, Jarm T (2015). Electrochemotherapy of colorectal liver metastases - an observational study of its effects on the electrocardiogram. Biomed Eng Online 14(suppl. 3):1-17 (<http://www.biomedical-engineering-online.com/content/14/S3/S5>)
2. Mali B, Zulj S, Magijarevic R, Miklavcic D, Jarm T (2014) Matlab-based tool for ECG and HRV analysis. Biomed Signal Proc Control 10:108-116
3. Mali B, Jarm T, Snaj M, Sersa G, Miklavcic D (2013) Antitumor effectiveness of electrochemotherapy : a systematic review and meta-analysis. Eur J Surg Oncol 39(1):4-16

4. Stirn I, Jarm T, Kapus V, Strojnik V (2011) Evaluation of muscle fatigue during 100-m front crawl. *Eur J Appl Physiol* 111(1):101-113
5. Jarm T, Cemazar M, Miklavcic D, Sersa G (2010) Antivascular effects of electrochemotherapy : implications in treatment of bleeding metastases. *Exp Rev Anticancer Ther* 10(5):729-746

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Metrologija in kakovost sistemov  
**Course title:** Metrology and Quality Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64820

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	60			10	25	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Janko Drnovšek

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v letnik

**Prerequisites:**

Enrolment in the Doctoral study programme in Electrical Engineering (3rd cycle)

**Vsebina:**

Mednarodna standardizacija in kompatibilnost proizvodov, storitev in procesov za regulirano in neregulirano področje: osnovni principi metroloških sistemov in standardizacije, organizacija akreditacijske službe, sistemi certificiranja, pregled evropske tehniške zakonodaje, kontrola in analiza delujočih sistemov kakovosti, ISO in EN standardi, osnovna znanja s področja priprave laboratorijev;

Razvoj, fizikalne osnove in realizacija osnovnih SI enot, fizikalne konstante, hierarhična organizacija metroloških sistemov;

Mednarodna kompatibilnost, razvoj metrologije, elementi formalne teorije merjenj, simbolična reprezentacija, informacijska vsebina, teorija merjenj, analiza merilnih pogoškov in merilne negotovosti, klasifikacija pogoškov;

Kalibracija, etaloni, osnove kvantne metrologije, referenčni materiali, procesiranje in vrednotenje merilnih rezultatov, preskušanje, parametri merilnih sistemov; Kontrola kakovosti, zagotavljanje kakovosti, celovito zagotavljanje kakovosti, cena kakovosti, cena ne-kakovosti, organizacijska znanja, poslovne funkcije in procesi, vodenje upravljanja, odločanje, koordinacija, sistemi in tehnike planiranja, informacijski sistemi za kakovost, kakovost proizvodov in storitev; Spoznavanje modernih tehnik zagotavljanja kakovosti s primeri medlaboratorijskih primerjav, ocen tveganja pri analizi

**Content (Syllabus outline):**

International standardization and compatibility of products, services and processes for regulated and voluntary field: basic principles of metrology systems and standardization, organization of the accreditation organization, certification systems, review of European technical legislation, control and analyses of active quality systems, ISO and EN standards, basic knowledge on preparation of laboratories; Development and realization of basic SI units, physical constants, hierarchical organisation of metrology systems;

International compatibility, metrology development, elements of formal measurement theory, symbolical representation, information contents, measurement theory, measurement error and measurement uncertainty analyses, classification of errors;

Calibration, etalons, basic of quantum metrology, reference materials, processing and evaluation of measurement results, testing, calibration, measurement system parameters; Quality control, quality assurance, total quality assurance, quality costs, bad quality costs, organizational knowledge, business functions and processes, administration management, decision-making, coordination, systems and planning techniques, quality information systems, products and services quality;

Become aware of modern quality assurance techniques with examples of interlaboratory comparisons, risk

preskusnih postopkov in pripravi optimalnega eksperimenta; Postopek sprejemanja novih standardov na področju medicinske instrumentacije (postopki, klinične validacije, analiza tveganja);	assessment in testing procedure evaluation and preparation of optimal experiment; The process of adopting new standards in the field of medical instrumentation (procedures, clinical validation, risk analysis);
---	--

### Temeljna literatura in viri/Readings:

<p>[1] Pham D T, Oztemel E (1996) Intelligent Quality Systems. Springer-Verlag, Berlin</p> <p>[2] Montgomery D C (2001) Introduction to Statistical Quality Control, 4. th edn. John Wiley &amp; Sons Inc, New York</p> <p>[3] Marlow A J (2005) Quality control for Technical Documentation, Amazon</p> <p>[4] Regtien P P L (2004) Measurement Science for Engineers. Sterling: Kogan Page Science, London</p> <p>[5] www.sist.si, www.iso.org, www.iec.ch, www.iecee.org, www.cenelec.org, www.itu.int, www.cenorm.be, www.gov.si/sa, www.ilac.org, www.mirs.si, www.euramet.eu, www.wto.org, www.ansi.org, http://ts.nist.gov, www.conformityassessment.org, www.wssn.net, www.oiml.org, www.asq.org, http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/</p>
---

### Cilji in kompetence:

<p>Cilj predmeta je seznaniti in usposobiti kandidate z znanji o doseganju celovite kakovosti sistemov, od presoje in certificiranja sistemov, obravnavanje tehniške kakovosti, in spoznavanja orodij za doseganje uspehov. Študent pridobi znanje o metrologiji fizikalnih, kemijskih in fizioloških veličin, o principih in prevladujočih tehniških praksah pri merjenju in analizi rezultatov in merilnih negotovosti. Kandidat se spozna tudi z zanesljivostjo, varnostjo, gospodarnostjo in energetsko učinkovitostjo, zakonodajo in okoljsko problematiko vezano na kakovost.</p>	<p><b>Objectives and competences:</b></p> <p>The goal of the course is to inform and qualify candidates with knowledge of total quality management, from assesment throught certification of quality systems, dealing with technical quality and become aware of tools for attaining success. Student gain knowledge on metrology of physical, chemical and physiological quantities, principles and prevailing techical practices in measurement and measurement uncertainty and measurement result analyses. Candidate become aware of reliability, safety, economy and energy efficiency, legislation and environment problematics related to quality.</p>
---	---

### Predvideni študijski rezultati:

<p>Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- razložiti in interpretirati osnovne pojme s področja tehniške infrastrukture s poudarkom na metrologiji</li> <li>- načrtovati in izvesti konkretno tehniško delo na področju preskušanja, laboratorijskega dela za zagotavljanje kakovosti in varnosti</li> <li>- pripraviti in ovrednotiti optimalni eksperiment</li> <li>- orisati in vzpostaviti celovito vodenje kakovosti sistemov</li> <li>- razlikovati kakovosti po področjih (pravo, proizvodi, ljudje in okolje)</li> </ul>	<p><b>Intended learning outcomes:</b></p> <p>After successful completion of the course students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain and interpret basic concepts in the field of technical infrastructure with emphasis on metrology</li> <li>- design and carry out concrete technical work in the field of testing, laboratory work for quality assurance and safety</li> <li>- prepare and evaluate an optimal experiment</li> <li>- design and establish a comprehensive quality management system</li> <li>- distinguish between quality by fiels (law, products, people and the environment)</li> </ul>
--	---

### Metode poučevanja in učenja:

Predavanja s praktičnimi primeri, seminar, samostojno delo	<b>Learning and teaching methods:</b> Lectures with practical examples, seminar, individual work
--	---

### Načini ocenjevanja:

### Delež/Weight

### Assessment:

Način: projekti, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Ustno izpraševanje, projekti		Type: project, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Oral exam, projects
Ustno izpraševanje	50,00 %	Oral exam
projekti	50,00 %	projects

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Begeš G, Dalsgaard J H, Drnovšek J (2008) Information extraction from interlaboratory comparison in testing - temperature measurement in the black test corner. *J test eval*, 36, no. 4: 345-355

Drnovšek J (2008) On the specific experience of national metrology institutes (NMIs) with national accreditation bodies (NABs). *Accreditation and Quality Assurance, Journal for Quality, Comparability and Reliability in Chemical Measurement* 769:0949-1775

Pusnik I, Drnovšek J (2005) Infrared ear thermometers - parameters influencing their reading and accuracy. *Physiol meas* 26:1075-1084

Begeš G, Drnovšek J, Pendrill L R (2010) Optimising calibration and measurement capabilities in terms of economics in conformity assessment. *Accreditation and quality assurance* 15 no. 3:147-154

Geršak G, Žemva A, Drnovšek J (2009) A procedure for evaluation of non-invasive blood pressure simulators. *Medical & biological engineering & computing* 47, no. 12:1221-1228

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Mikrobioelektromagnetika  
**Course title:** Microbioelectromagnetics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64880

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	15	15			65	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Tadej Kotnik

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

Obveznih pogojev ni. Priporočeno predznanje obsega osnovno poznavanje navadnih in parcialnih diferencialnih enačb (npr. Matematika 1-4 z univerzitetnega programa prve stopnje Elektrotehnika) in osnovno poznavanje biologije celice (gimnazijska raven).

**Prerequisites:**

There are no compulsory prerequisites. Recommended prior knowledge comprises basic familiarity with ordinary and partial differential equations (e.g. Mathematics 1-4 from 1st cycle academic programme Electrical Engineering) and basic knowledge of cell biology (secondary school level).

**Vsebina:**

1. Biološke celice v električnem polju, mirovalna in vsiljena membranska napetost. Napetostno odvisni membranski kanali, elektrostimulacija vzdražnih celic. Elektroporacija celične membrane.
2. Analitično izvajanje vsiljene membranske napetosti v statičnem električnem polju: okrogle celice (Schwanova enačba), cilindrične, sferoidne in elipsoidne celice.
3. Analitično izvajanje vsiljene membranske napetosti v časovno spremenljivih elektromagnetnih poljih. Razširjena Schwanova enačba prvega in drugega reda. Analiza absorpcije energije polja v celici in njeni membrani.
4. Analitično izvajanje vsiljene napetosti na membranah znotrajceličnih organelov. Razmerje med vsiljeno napetostjo na zunanji in notranjih membranah celice.
5. Numerični izračun vsiljene membranske napetosti v statičnem polju: goste suspenzije okroglih celic, celice nepravilnih oblik, skupki električno izoliranih celic, skupki električno povezanih celic.
6. Numerični izračun vsiljene membranske napetosti v časovno spremenljivih elektromagnetnih poljih.

**Content (Syllabus outline):**

1. Biological cells in electric fields, resting and induced membrane voltage. Voltage-gated membrane channels, electrical stimulation of excitable cells. Electroporation of cell membrane.
2. Analytical derivation of induced membrane voltage in static electric fields: spherical cells (Schwan equation), cylindrical, spheroidal and ellipsoidal cells.
3. Analytical derivation of induced membrane voltage in time-varying electromagnetic fields. Generalized Schwan equation of the first and second order. Analysis of absorption of the field energy in the cell and its membrane.
4. Analytical derivation of voltage induced on membranes of intracellular organelles. Ratio between the voltage induced on the external and membrane and the internal membranes.
5. Numerical computation of induced membrane voltage in static electric fields: dense suspensions of spherical cells, irregularly shaped cells, clusters of electrically insulated and electrically connected cells.

<p>Numerično modeliranje elektroporacije in transporta skozi elektroporirano membrano.</p> <p>7. Simulacije molekularne dinamike: lipidni dvosloj v električnem polju, nastajanje in zapiranje por v membrani.</p> <p>8. Eksperimentalno določanje membranske napetosti. Potenciometrična barvila, zajemanje slik in obdelava podatkov. Eksperimentalno spremljanje odpiranja in zapiranja napetostno odvisnih membranskih kanalov ter transporta skozi njih. Eksperimentalno spremljanje elektroporacije in transporta skozi elektroporirano membrano.</p> <p>9. Elektroporacija v naravi in njena morebitna vloga v evoluciji mikroorganizmov. Trije biokemični mehanizmi horizontalnega prenosa genov. Strela kot povzročitelj izlitja DNA iz ireverzibilno elektroporiranih mikroorganizmov, gibanja izlite DNA v vodnem okolju (elektroforeze) in vnosa DNA v reverzibilno elektroporirane mikroorganizme.</p>	<p>6. Numerical computation of induced membrane voltage time-varying electromagnetic fields. Numerical modeling of electroporation and transport across the electroporated membrane.</p> <p>7. Molecular dynamics simulations: lipid bilayer in the electric field, formation and resealing of transmembrane pores.</p> <p>8. Experimental determination of membrane voltage. Potentiometric dyes, image acquisition and data processing. Experimental monitoring of opening and closing of voltage-gated channels and transport across them. Experimental monitoring of electroporation and transport across the electroporated membrane.</p> <p>9. Electroporation in nature and its possible role in the evolution of microorganisms. Three biochemical mechanisms of horizontal gene transfer. Lightning as the cause of DNA release from irreversibly electroporated microorganisms, movement of released DNA in aqueous environment (electrophoresis) and DNA uptake by reversibly electroporated microorganisms.</p>
---	---

#### Temeljna literatura in viri/Readings:

Alberts B, Bray D, Hopkin K, Johnson AD, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P (2013). Essential Cell Biology, 4th edition. Garland Science, New York

Kotnik T, Pucihar G, Miklavčič D (2010) Induced transmembrane voltage and its correlation with electroporation-mediated molecular transport. *J Membrane Biol* 236:3-13

Tombola F, Pathak MM, Isacoff EY (2006) How does voltage open an ion channel? *Annu Rev Cell Dev Biol* 22:23-52

Kotnik T, Miklavčič D (2006) Theoretical evaluation of voltage inducement on internal membranes of biological cells exposed to electric fields. *Biophys J* 90:480-491

Kotnik T, Miklavčič D (2000) Theoretical evaluation of the distributed power dissipation in biological cells exposed to electric fields. *Bioelectromagnetics* 21:385-394

Delemotte L, Tarek M (2012) Molecular dynamics simulations of lipid membrane electroporation, *J Membr Biol* 245:531-543.

Kotnik T (2013) Lightning-triggered electroporation and electrofusion as possible contributors to natural horizontal gene transfer. *Phys Life Rev* 10:351-370

#### Cilji in kompetence:

Spoznati fizikalne osnove učinkov električnih polj na biološke celice. Pridobiti osnovno znanje za analitično, numerično in eksperimentalno obravnavanje teh učinkov. Spoznati molekularne osnove delovanja napetostno odvisnih kanalov v membranah in pojava elektroporacije membrane.

#### Objectives and competences:

To gain the basic understanding of the effects of electric fields on biological cells. To acquire the basic knowledge of analytical, numerical, and experimental assessment of these effects. To understand the molecular basis of the functioning of voltage-gated membrane channels and the phenomenon of membrane electroporation.

#### Predvideni študijski rezultati:

**Znanje in razumevanje:** Študent bo razumel fizikalne osnove učinkov električnih polj na biološke celice. Znal bo analitično, numerično in eksperimentalno obravnavati te učinke. Spoznal bo tudi molekularne osnove delovanja napetostno odvisnih kanalov v membranah in pojava elektroporacije membrane.

**Uporaba:** Samostojno razumevanje in obravnavanje učinkov električnih polj na ravni biološke celice, vključno s proženjem napetostno odvisnih kanalov vzdražnih celic in elektroporaciji celične membrane.

#### Intended learning outcomes:

**Knowledge and understanding:** The students will gain the basic understanding of the effects of electric fields on biological cells. They will be able to assess these effects analytically, numerically, and experimentally. They will understand the functioning of voltage-gated channels and membrane electroporation.

**Application:** Independent understanding and analysis of effects of electric fields on the cell level, including the triggering of voltage-gated channels and cell membrane electroporation.

<p><b>Refleksija:</b> Študent bo pri poznani jakosti, trajanju in časovnem poteku električnega ali elektromagnetnega polja znal oceniti učinke izpostavitve bioloških celic takšnemu polju.</p> <p><b>Prenosljive spretnosti:</b> Znanje iz numeričnega reševanja diferencialnih enačb z metodama končnih elementov in končnih diferenc se vse več uporablja v razvoju na mnogih področjih modeliranja in simuliranja v elektrotehnik, strojništvu, analizi materialov itd. Simulacije molekularne dinamike sodijo med najhitreje razvijajoča se področja v molekularni biofiziki in biokemiji. Spremljanje napetosti na membrani in transporta prek membrane s potenciometričnimi barvili in metodo patch clamp sodita med sodobne in široko uporabljane metode v elektrofiziologiji in celični biologiji.</p>	<p><b>Reflection:</b> The students will be able, for the known strength, duration and time course of the electric or electromagnetic fields, to assess the effects of exposure of biological cells to such fields.</p> <p><b>Transferrable skills:</b> Knowledge gained in numerical solving of differential equations using the finite elements and finite differences methods is of increasing use and importance in many areas of modeling and simulation in electrical and mechanical engineering, as well as in materials sciences. Molecular dynamics simulations are among the most rapidly progressing fields in molecular biophysics and biochemistry. Monitoring of membrane voltage and transmembrane transport by means of patch clamp and potentiometric methods are among the modern and widely used techniques in electrophysiology and cell biology.</p>
---	--

<p><b>Metode poučevanja in učenja:</b></p> <p>V primeru zadostnega števila vpisanih študentov (vsaj trije) predavanja skozi celoten semester, sicer del semestra predavanja in zatem samostojen študij z rednimi posveti, vaje z raziskovalnim delom, seminar.</p>	<p><b>Learning and teaching methods:</b></p> <p>In case of sufficient number of enrolled students (at least three) lectures throughout the semester, otherwise part-time lectures and part-time self-study with regular meetings, tutorials with research work, seminar.</p>
--	--

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Seminar	25,00 %	Seminar
vaje	25,00 %	tutorials
izpit	50,00 %	exam

<p><b>Reference nosilca/Lecturer's references:</b></p> <p>Kotnik T, Frey W, Sack M, Haberl Meglič S, Peterka M, Miklavčič D (2015) Electroporation-based applications in biotechnology. Trends Biotechnol 33:480-488</p> <p>Kotnik T (2013) Lightning-triggered electroporation and electrofusion as possible contributors to natural horizontal gene transfer. Phys Life Rev 10:351-370</p> <p>Kotnik T, Kramar P, Pucihar G, Miklavčič D, Tarek M (2012). Cell membrane electroporation – Part 1: The phenomenon. IEEE Electr Insul Mag 28(5):14-23</p> <p>Kotnik T, Pucihar G, Miklavčič D (2010) Induced transmembrane voltage and its correlation with electroporation-mediated molecular transport. J Membrane Biol 236:3-13</p> <p>Kotnik T, Miklavčič D. Theoretical evaluation of voltage inducement on internal membranes of biological cells exposed to electric fields (2006) Biophys J 90:480-491</p>
--

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Moderno načrtovanje radijskih komunikacij  
**Course title:** Modern design of radio communications

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64875

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	15	30			50	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Matjaž Vidmar

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

Vpis študija,  
Priporočeno poznavanje snovi matematike, osnov elektrotehnike, elektromagnetike/ elektrodinamike.

**Prerequisites:**

Registration,  
Suggested knowledge of mathematics, electricity fundamentals, electromagnetism/electrodynamics.

**Vsebina:**

Uvod v radiokomunikacije. Osnovni sistemi in sklopi radijskih komunikacij: izvori (oddajniki), prenosne poti, ponori (sprejemniki), antene. Sodobno načrtovanje anten s pripadajočimi numeričnimi orodji (2D, 2.5D in 3D). Milimetrske, sub-milimetrske in teraherčne antene. Načrtovanje visokofrekvenčnih električnih vezij. Visokofrekvenčne lastnosti pasivnih in aktivnih elementov. Sodobno modeliranje linearnih in nelinearnih visokofrekvenčnih vezij. Visokofrekvenčne meritve. Zemeljske in satelitske komunikacije. Omejitve, lastnosti in načrtovanje satelitskih komunikacij.

**Content (Syllabus outline):**

Introduction to the radio communications. Basic radio communication systems and sub-systems: sources (transmitters), media, drains (receivers), antennas. Modern antenna design with the appropriate numerical tools (2D, 2.5D and 3D). Millimetre, sub-millimetre and terahertz antennas. High-frequency electrical circuit design. High-frequency properties of passive and active devices. Modern modelling of linear and nonlinear high-frequency circuits. High-frequency measurements. Ground-based and satellite communications. Limitations, properties and design of satellite communications.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

1. Belov LA, Smolskiy SM, Kochemasov VN (2012) Handbook of RF, Microwave, and Millimeter-Wave Components. Artech House, London
2. Rogers JWM, Plett C, Marsland I (2013) Radio Frequency System Architecture and Design. Artech House, London
3. Vidmar M (2005) Radiokomunikacije. Založba Fakultete za elektrotehniko in računalništvo, Ljubljana
4. Izbrani prispevki iz zbornikov seminarja Radijske komunikacije (2010-2014). Založba Fakultete za elektrotehniko in računalništvo, Ljubljana

**Cilji in kompetence:**

**Objectives and competences:**

<p>Spoznavanje osnovnih sestavnih delov radijske zveze. Spoznavanje delovanja, lastnosti in načrtovanja anten. Spoznavanje z numeričnimi orodji za načrtovanje anten. Spoznavanje anten v milimetrskem in teraherčnem področju. Spoznavanje visokofrekvenčnih lastnosti osnovnih električnih gradnikov. Načrtovanje in modeliranje visokofrekvenčnih vezij s sodobnimi orodji. Spoznavanje z osnovnimi visokofrekvenčnimi meritvami. Spoznavanje in načrtovanje komunikacijske zveze za majhne satelite.</p>	<p>Learning basic radio-communication building blocks. Learning the operation, properties and the design of antennas. Learning about numerical antenna-design tools. Learning millimetre and terahertz antennas. Learning high-frequency properties of basic electronic devices. Learning the design and modelling of radio-frequency circuits. Learning high-frequency measurements. Learning design of the communication link between a small satellite and a ground station.</p>
--	---

<p><b>Predvideni študijski rezultati:</b></p> <p>Poznavanje in razumevanje osnovnih sestavnih delov radijske zveze, anten, visokofrekvenčnih lastnosti gradnikov in vezij, visokofrekvenčnih meritev. Seznanitev s sodobnimi orodji za načrtovanje anten in visokofrekvenčnih vezij.</p>	<p><b>Intended learning outcomes:</b></p> <p>Knowledge and understanding of the basic radio-communication building blocks, antennas, high-frequency properties of devices and circuits, high-frequency measurements. Familiarization with modern numerical tools for antenna and circuit design.</p>
--	--

<p><b>Metode poučevanja in učenja:</b></p> <p>Predavanja, na katerih se študent seznanja s tematiko in teoretskim ozadjem. Samostojno in skupinsko seminarsko delo ter laboratorijske vaje z numeričnimi orodji ter praktičnimi poskusi.</p>	<p><b>Learning and teaching methods:</b></p> <p>Lectures for theoretical background. Sole and team seminar work with laboratory exercises (numerical tools and practical experiments).</p>
--	--

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
<p>Način: seminarske naloge, laboratorijske vaje, neobvezen ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Sprotno ocenjevanje znanja preko seminarских nalog (60% ocene). Sprotno ocenjevanje znanja preko poročil laboratorijskih vaj (40% ocene). Na željo kandidata lahko z ustnim izpitom poskuša popraviti oceno. Prispevki k oceni: seminarske naloge laboratorijske vaje</p>		<p>Type: seminar reports, laboratory exercises, optional oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Several seminar reports (60% of the final grade). Reports from laboratory exercises (40% of the final grade). Oral examination is also available for candidates that want to improve their grade. Contributions to final grade: seminar reports laboratory exercises</p>
seminarske naloge	60,00 %	seminar reports
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises

<p><b>Reference nosilca/Lecturer's references:</b></p> <p>Pavlovič L, Vidmar M, Tomažič S (2012) 10 Gb/s 215-1 pseudo-random binary sequence generator (Pseudonaključni podatkovni izvor z bitno hitrostjo 10 Gbit/s in dolžino zaporedja 215-1). Informacije MIDEM 42-2:104-108</p> <p>Steed RJ, Pavlovič L, Naglič L, Vidmar M (2011) Hybrid integrated optical phase-lock loops for photonic terahertz sources. IEEE journal of selected topics in quantum electronics 17-1:210-217</p> <p>Naglič L, Pavlovič L, Batagelj B, Vidmar M (2008) Improved phase detector for electro-optical phase-locked loops. Electronics letters 44-12:758-760</p> <p>Pavlovič L, Vidmar M (2010) Postopek generiranja psevdonaključnih podatkov in naprava za izvedbo postopka. Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, patent št. 23082, Ljubljana</p> <p>Vidmar M, Pavlovič L, Ritoša P, Tratnik J, Batagelj B (2010) Optični sistem za prenos signala časovne reference. Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, SI 23045 (A), Ljubljana</p>
---

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Načrtovanje digitalnih elektronskih sistemov  
**Course title:** Digital electronic systems design

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64816

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	20				75	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Andrej Žemva

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

Vpis v letnik

**Prerequisites:**

Enrollment in the study year

**Vsebina:**

Sistemi v integriranem vezju. Tehnologija in gradniki vezij. Potek načrtovanje digitalnih elektronskih sistemov. Načrtovanje v jeziku VHDL (Very High-Speed Integrated Circuits Description Language). VHDL podatkovni tipi in modeli RTL (Register Transfer Level). Komponente, podprogrami in paketi VHDL. Komunikacijski vmesniki in vodila. Vmesniki. Predstavitev vgrajenih jeder IP (Intellectual Property) jeder: procesorji, pomnilniki, komunikacijske enote. Uporaba mehkih procesorskih jeder v programirljivih vezjih. Hkratno načrtovanje strojne in programske opreme in modeliranje funkcionalnosti v višjenivojskih jezikih: SystemC, SpecC. Analiza zmogljivosti in delitev na strojni in programski del. Optimizacija načrtovalskega postopka strojne in programske opreme. Testiranje digitalnih elektronskih sistemov. Modeliranje napak, simulacija vezij z napakami, avtomatsko generiranje testnih vzorcev. Načrtovanje vezij za obrobno in vgrajeno testiranje. Možnost optimizacije vezij z upoštevanjem testiranja.

**Content (Syllabus outline):**

Systems in the integrated circuit. Technology and circuit entities. Design flowchart of digital electronic systems. VHDL (Very High-Speed Integrated Circuits Description Language) systems design. VHDL data types and RTL (Register Transfer Level) models. VHDL components, subprograms and packages. Communication interfaces and buses. Interfaces. Embedded IP (Intellectual Property) cores: processors, memories, communication units. Applications of soft processor cores in programmable devices. Hardware/Software co-design and system modeling using high-level languages: SystemC, SpecC, UML. Feasibility analysis and systems partitioning to hardware and software. Optimization of hardware and software system parts. Testing of digital electronic systems. Fault modelling, fault simulation and automatic test pattern generation. Circuit design for boundary and built-in test. Circuit optimization exploiting testing.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- [1] Tocci R, Widmer N, Moss G (2011), Digital Systems: Principles and Applications. Prentice Hall, New Jersey
- [2] Ciletti M D (2011), Advanced Digital Design with the Verilog HDL. Prentice Hall, New Jersey
- [3] Mano M M (2013) Digital Design, Prentice Hall, New Jersey

[4] Tokheim R (2014), Digital Electronics: Principles and Application. McGraw-Hill, New York  
 [5] A. Trost (2015), Načrtovanje digitalnih vezij v jeziku VHDL, Založba FE UL, Ljubljana

**Cilji in kompetence:**

Posredovati temeljne raziskovalne in razvojne segmente na področju snovanja kompleksnih digitalnih elektronskih sistemov.

**Objectives and competences:**

To present state-of-the-art research and development activity in the design of the complex digital electronic systems.

**Predvideni študijski rezultati:**

Študent bo usvojil analizo in sintezo kompleksnih digitalnih elektronskih sistemov.  
 Na različnih načrtovalskih nivojih in z različnimi jeziki za opis vezij bo sposoben zasnovati in izdelati digitalni elektronski sistem.

**Intended learning outcomes:**

Student will master analysis and design of complex digital electronic systems. They will be able to design digital system at different design levels and with different hardware description design languages.

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja in vaje.

**Learning and teaching methods:**

Lectures and tutorials.

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

Poročilo in zaključen opis projekta	50,00 %	Complete design project
ustni izpit	50,00 %	oral exam

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Nahtigal T, Puhar P, Žemva A (2012) A systematic approach to configurable functional verification of HW IP blocks at transaction level. *Comp and Elec Eng* 38:1513-1523  
 Trost A, Žemva A (2012) Teaching design of video processing circuits. *Int Jour Elec Eng Edu* 49:170-178  
 Nahtigal T, Žemva A (2012) Block-wise authentication method for digital images. *Jour Elec Eng* 63:289-295  
 Trost A, Žemva A (2012) Design of custom processors for the FPGA devices. *Elektr Vest* 79:55-60  
 Močnik J, Finc M, Žemva A (2013) Power consumption optimization in the smart home. *Elec World* 119:20-22.

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Načrtovanje, razvoj in upravljanje telekomunikacijskih sistemov  
**Course title:** Telecommunication system design and management

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64871

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	30				65	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Iztok Humar

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Priporočeno predznanje iz:

- matematike, verjetnosti, statistike
- telekomunikacijskih sistemov, storitev, protokolov in tehnologij

**Prerequisites:**

Recommended background in:

- mathematics, probability, statistics,
- telecommunication systems, services, protocols and technologies

**Vsebina:**

Poglobljeno znanje s področij načrtovanja, razvoja, modeliranja, planiranja, simulacija, emulacij, vodenja in upravljanja telekomunikacijskih sistemov in storitev. Predstavitev perečih raziskovalnih problemov s posameznih področij. Analize statističnih porazdelitev prometa in obremenitev. Teorija čakalnih vrst, strežba, stopnja strežbe. Ozko grlo, zamašitve, blokada, razvoj pristopov za preprečevanje in reakcije. Načrtovanje v tokokrogovno komutiranih sistemih, izgubni sistemi. (Erl B, Erl C, Engset). Načrtovanje v paketnih sistemih s čakalnimi vrstami (M/M/1). Splošni model strežne vrste. Vrednotenje učinkovitosti, zmogljivosti. Zasnova in izgradnja modela. Uporaba simulacij in emulacij za analizo delovanja sistemov. Mehanizmi in protokoli za zagotavljanje kakovosti storitev. Osnovni principi: statistični multipleks, presežno zagotavljanje kapacitete. Krmiljene entitete. Elastične in neelastične aplikacije. Splošni koncepti: rezervacija virov, nadzor dostopa, ločevanje storitev, krmiljenje v odprtih in sklenjenih zankah. Razvoj in nadgradnja pristopov za zagotavljanje kakovosti storitev. Uporabniške izkušnja. Razvoj načinov in metrik za vrednotenje prejete kakovosti.

**Content (Syllabus outline):**

Extended knowledge of telecommunication system design, modelling planning, simulation, emulation and management of telecommunication systems and services. Statistical distributions of network traffic and loads. Queuing system theory, service, service rate. Bottleneck, congestion, blocking, avoiding and reactions. Design in circuit switched networks, loss systems (Erl B, Erl C model). Design in packet switched networks (M/M/1). Generalized model of a queue. Efficiency and performance evaluation. Building a model of telecommunication system. Simulations and emulations usage for telecommunications system evaluation. Mechanisms and protocols for Quality of Service (QoS). Basic concepts: statistical multiplexing, overprovisioning. Controlled entities. Elastic and non-elastic applications. General concepts: resource reservation, admission control, service differentiation, open and closed-loop traffic control. Design and upgrade of QoS approaches. User perceived quality, Quality of Experience (QoE). Design and usage of QoE evaluation metrics and procedures. Mean opinion score (MOS).

<p>Meritve in analiza značilnosti telekomunikacijskega prometa, obremenitev, omrežnih gradnikov in aplikacij. Modeliranje značilnosti, vrednotenje in pomen njihovega vpliva na zmogljivost sistemov. Testirane združljivosti in verifikacija telekomunikacijskih sistemov. Centralno in porazdeljeno upravljanje in nadzor telekomunikacijskih sistemov. Modeli za upravljanje, protokoli in informacijski modeli, beleženje in zaračunavanje. Zagotavljanje energijske in stroškovne učinkovitosti telekomunikacijskih sistemov, pristopi za optimizacije porabe. Tehno-ekonomski vidiki načrtovanja.</p>	<p>Telecommunication traffic, load, application and element measurements and characterization. Characteristics modeling, evaluation and understanding their influences on system's performances. Conformance testing and verification of telecommunication systems. Management and control of telecommunication systems. Management models, protocols and information models. Accounting and billing. Energy and cost efficiency of telecommunication systems, optimization approaches. Techno-economic aspect of telecommunication system design.</p>
---	--

### Temeljna literatura in viri/Readings:

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Humar I, Bešter J: Načrtovanje, razvoj in upravljanje telekomunikacijskih sistemov (v pripravi)</li> <li>2. Raghavan S, Anandalingam G (2010) Telecommunications Modeling, Policy, and Technology, Springer</li> <li>3. Promise J-I (2010) Mobile Communications Network Planning: Network Planning Issues and Strategies for Improving Network Resource Utilization, Lambert</li> <li>5. Pang S (2009) Successful Service Design for Telecommunications: A comprehensive guide to design and implementation, Wiley</li> <li>5. Iversen V B (2007) Teletraffic Engineering and Network planning, Technical University of Denmark</li> <li>6. Leon-Garcia A, Widjaja I (2000) Communication Networks, Fundametnatl Concepts and Key Architectures, McGraw-Hill</li> <li>7. Wang H (2000) Telecommunications Network Management, McGraw Hill</li> <li>8. Sansò B, Soriano P (1999) Telecommunications Network Planning, Springer</li> <li>9. Članki, objavljenih v revijah/Papers published in journals: <ul style="list-style-type: none"> <li>- IEEE Communications Surveys &amp; Tutorials, <a href="http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html">http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html</a></li> <li>- International Journal of Network Management <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1099-1190">http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1099-1190</a></li> </ul> </li> </ol>
--

### Cilji in kompetence:

<p>Pridobiti poglobljena znanja, veščine in pristope za raziskovalno delo, analitično mišljenje in sposobnost kritičnega vrednotenja znanstveno-raziskovalnih, razvojnih in implementacijskih problemov s področja načrtovanja, modeliranja, planiranja, simulacij, emulacij, vodenja, merjenja, testiranja, upravljanja in nadzora telekomunikacijskih sistemov na podlagi podrobnega poznavanja komunikacijskih tehnologij, protokolov in storitev. Sposobnost samostojne identifikacije in pristopa k znanstveno-raziskovalnim izzivom, reševanja kompleksnejših problemov ter njihovo kritično vrednotenje dobljenih rezultatov in rešitev.</p>	<p><b>Objectives and competences:</b></p> <p>To acquire extended knowledge, skills and approaches for research work, analytical thinking and critical evaluation of scientific, development and implementation problems from the field of telecommunication system design, modelling, planning, simulation, emulation, measurement, testing, management and control, based on a good knowledge of telecommunication technologies and services. Autonomous identification and approach to a scientific research issues, solving of complex problems and critical evaluation of the results and solutions.</p>
---	--

### Predvideni študijski rezultati:

<p>Poznavanje in razumevanje poglobljenih principov in razvojno-raziskovalnih izzivov s področja načrtovanja, razvoja in upravljanja telekomunikacijskih sistemov. Pridobljeno znanje predstavlja močno orodje pri raziskovalnem delu z navedenih področij ter ponuja visokokvalificiranim strokovnjakom iz industrije analitične pristope k reševanju zahtevnejših strokovnih problemov, hkrati pa nudi možnost povezovanje oz. pouporabo pri podobnih problematikah v isti ali sorodnih vedah.</p>	<p><b>Intended learning outcomes:</b></p> <p>To know and understand extended principles and research and development issues from the field of Telecommunication systems' design and management. The acquired knowledge serves for a research and offers senior experts analytical approaches for solving high-tech problems in industry. It also offers a good chance for a re-usage in similar fields.</p>
--	---

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja, samostojen študij in raziskovalno delo, seminar.
--

**Learning and teaching methods:**

Lectures, self-study and research work, seminar.
--

**Načini ocenjevanja:****Delež/Weight****Assessment:**

Seminar in ustni zagovor.	100,00 %	Seminar and oral exam.

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

<p>Golja M, Stojmenova E, Humar I (2014) Interactive TV user interfaces : how fast is too fast?. Multimedia tools and applications, 71(1): 61-76</p> <p>Humar I, Podnar M (2013) Implementation and performance evaluation of IGMP snooping supporting multicast functionality on Linux-based Ethernet switches. Telecommunication systems 52(3): 1559-1572</p> <p>Umberger M, Lumbar S, Humar I (2012) Modeling the influence of network delay on the user experience in distributed home-automation networks. Information systems frontiers 14 (3): 571-584</p> <p>Humar I, Ge X, Xiang L, Jo M, Chen M. Zhang J (2011) Rethinking energy efficiency models of cellular networks with embodied energy. IEEE network, 25(2): 40-49</p> <p>Umberger M, Humar I, Kos A, Guna J, Žemva A, Bešter J (2009) The integration of home-automation and IPTV system and services. Computer standards &amp; interfaces, 31(4): 675-684</p>
--

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Naključni procesi in signali  
**Course title:** Stochastic Processes and Signals

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64837

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	50				45	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** France Mihelič

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v doktorski študij. Priporočena osnovna znanja iz teorije signalov in verjetnostnega računa.

**Prerequisites:**

Enrolment in Doctoral study. Recommended basic knowledge of Signal processing and Probability theory.

**Vsebina:**

Uvod:

- definicija naključnega procesa in signala; uvedba nekaterih matematičnih orodij verjetnostnega računa in statistike.

Obdelava naključnih signalov:

- časovna in vzorčna povprečja, filtriranje naključnih signalov (Winnerjev in Kalmanov filter), ocenjevanje verjetnostnih porazdelitev (postopki »Expectation-Maximization« (EM), »Maximum A Posteriori« (MAP) in »Maximum Likelihood Linear Regression« (MLLR)).

Modeliranje stacionarnih in nestacionarnih naključnih procesov:

- Gaussov proces, Poissonov proces, Gauss-Markov proces, Opis nestacionarnih procesov s Prikritimi Markovovimi modeli (HMM).

Primeri modeliranja tvorjenja, percepcije in obdelave govornega signala:

model tvorjenja govora »vir-filter«, perceptivni model in dekonvolucija govornega signala, časovno-frekvenčne parametrične predstavitve govornega signala, detekcija govornega signala, modeliranje govornega signala s HMM.

**Content (Syllabus outline):**

Introduction:

- definition of stochastic process and random signal. Introduction of some important issues from mathematical modeling in statistics and probability theory.

Random signals processing:

- time and sample mean, random signals filtering (Wiener and Kalman filter), probability distribution evaluation (Expectation-Maximization (EM), Maximum A Posteriori (MAP) and »Maximum Likelihood Linear Regression« (MLLR) procedures)

Modeling of stationary and non-stationary stochastic processes:

- Gauss process, Poisson process, Gauss-Markov process, non-stationary stochastic processes representation using Hidden Markov Models (HMM)

Examples from speech signals processing, modeling of speech perception and production:

source-filter model for speech production, speech perception model and deconvolution of speech signals, time-frequency representations of speech signals, speech detection, speech signal modeling using HMM

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

Robert MG, Lee DD (2004) An Introduction to Statistical Signal Processing. Cambridge University Press

Shlomo E (2007) Random signals and noise: a mathematical introduction. CRC Press  
 Rabiner L, Schafer R (2010) Theory and Applications of Digital Speech Processing. Prentice Hall  
 Pieraccini R (2012) The Voice in the Machine: Building Computers That Understand Speech. MIT Press

**Cilji in kompetence:**

Cilj predmeta je seznaniti študenta z naprednimi metodami obravnave naključnih procesov in obdelave naključnih signalov. Posebej bodo obravnavani primeri iz obdelave govornih signalov.

**Objectives and competences:**

The aim of the course is to recognize and understand advanced methods for representations of stochastic processes and random signals processing with special attention to the examples on speech signals processing.

**Predvideni študijski rezultati:**

Po zaključku predmeta bo študent zmožen izkazati znanje in razumevanje iz:  
 - modeliranja stacionarnih in nestacionarnih naključnih procesov  
 - sodobnih metod obdelave naključnih signalov.

**Intended learning outcomes:**

Learning outcomes and competences will be knowledge and understanding on:

- stochastic processes modeling,
- advanced methods for random signals processing.

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja, individualne konzultacije, projektno delo

**Learning and teaching methods:**

Lectures, individual consultations, project work

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

Izdelava projekta	50,00 %	Project presentation
Ustni izpit	50,00 %	Oral exam

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Žibert J, Mihelič F (2009) Fusion of acoustic and prosodic features for speaker clustering. Lecture notes in artificial intelligence 5729: 210-217  
 Dobrišek S, Žibert J, Pavešič N, Mihelič F (2009) An edit-distance model for the approximate matching of timed strings. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence 31:736-741  
 Gajšek R, Štruc V, Mihelič F, Podlesek A, Komidar L, Sočan G, Bajec B (2009) Multi-modal emotional database : AVID. Informatica 33:101-106  
 Dobrišek S, Gajšek R, Mihelič F, Pavešič N, Štruc V (2013) Towards efficient multi-modal emotion recognition. International journal of advanced robotic systems 10:1-10  
 Gajšek R, Mihelič F, Dobrišek S (2013) Speaker state recognition using an HMM-based feature extraction method. Computer speech & language 27:135-150

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Nanoelektronika  
**Course title:** Nanoelectronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64813

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	15			5	75	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Franc Smole

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v prvi letnik doktorskega programa (3. stopnja) in priporočeno osnovno poznavanje polprevodniške elektronike

**Prerequisites:**

Enrolment in the 1st year of PhD programme (Level III) and recommended basic knowledge of semiconductor electronics

**Vsebina:**

Definicije nanoelektronike in nanotehnologij. Obeti na področju nanoznanosti. Klasični in kvantni delci in valovanja. Prosti in ujeti elektroni. Coulombova blokada. Kvantne pike, jame in žice. Tuneliranje, tunelski spoji in elementi na osnovi tuneliranja. Oblikovanje od zgoraj navzdol in od spodaj navzgor. Skaliranje in lastnosti klasičnih elementov pri mejnih dimenzijah. Hitri elementi na osnovi kvantnih učinkov in superrešetk. Kvantni tranzistorji in integrirani sklopi s tankoplastnimi heterospojnimi strukturami. Enoelektronski tranzistor. Postopki izdelave nanostruktur. Samosestavljanje. Molekularna nanoelektronika. Novi modeli stikal in pomnilnikov. Arhitektura nanoelektronskih vezij. Arhitektura nanoračunalnikov. Magnetne, optične in elektronske lastnosti nanodelcev. Nanoprevodniki. Transportne lastnosti polprevodniških nanostruktur. Balistični transport. Nanomagnetika in spintronika. Nanofotonika. Polimerna elektronika. Organski aktivni in pasivni elementi in vezja. Ogljikove nanocevkke in nanožice. Zgradba in lastnosti ogljikovih nanocevk. Elektronske, optoelektronske, magnetne, kemijske in termoelektrične lastnosti ogljikovih nanocevk. Elektronski elementi in vezja na osnovi nanocevk. Kemijski in biološki nanosenzorji. Nano in mikronaprave. Modeliranje in simulacija kvantnih in nano sistemov.

**Content (Syllabus outline):**

Definition of nanoelectronics and nanotechnology. An outlook of nanoscience. Classical and quantum particles and waves. Free and confined electrons. Coulomb blockade. Quantum dots, quantum wells and quantum wires. Tunneling, tunnel junctions and applications of tunneling. The top-down approach. The bottom-up approach. Device scaling and nonideal effects. Electronic devices based on quantum heterostructures and superlattices. Single-electron transistor. Growth, fabrication, and measurement techniques for nanostructures. Manipulation and assembly. Self-assembly. Molecular nanoelectronics. Computer architectures based on molecular electronics. Switches and complex molecular devices. Nanoelectronic circuit architectures. Electromagnetic, optical and electronic properties of nanostructures. Transport properties of semiconductor nanostructures. Ballistic transport. Nanomagnetism and spintronics. Nanophotonics. Polymer electronics. Organic active and passive devices and circuits. Carbon nanotubes and nanowires. Structure and properties of carbon nanotubes. Electronic, optoelectronic, magnetic, chemical and thermoelectrical properties of carbon nanotubes. Electronic devices and circuits based on nanotubes. Chemical and biological nanosensors. Nano- and

	micromachines. Modeling and simulation of quantum- and nanosystems.
--	---

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. William A. Goddard, Donald W. Brenner, Sergey Edward Lyshevski, Gerald J. Iafrate, Nanoscience, Engineering, and Technology, CRC Press LLC, 2012.</li> <li>2. Paul Harrison, Quantum Wells, Wires and Dots, Theoretical and Computational Physics of Semiconductor Nanostructures, John Wiley &amp; Sons, Ltd, 2009.</li> <li>3. Edward L. Wolf, Nanophysics and Nanotechnology, Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA, 2008.</li> <li>4. M. Meyyappan, Carbon Nanotubes, Science and Applications, CRC Press LLC, 2005.</li> <li>5. George W. Hanson, Fundamentals of Nanoelectronics, Pearson Prentice Hall, 2008.</li> </ol>
--

**Cilji in kompetence:**

<p>Cilj predmeta je usvojiti definicije in koncepte, se seznaniti s smermi razvoja in raziskav na področju nanoelektronike ter spoznati karakteristike že raziskanih struktur, elementov in sistemov. Pridobljeno znanje bo študentu omogočilo lažje uvajanje v široko interdisciplinarno področje nanoelektronike in nanotehnologij.</p>	<p><b>Objectives and competences:</b></p> <p>The aim of the course is to upgrade definitions and concepts and to introduce students with research trends in the field of nanoelectronics and to survey characteristics of already investigated structures, devices and systems.</p> <p>Gained knowledge will enable students easier involvement in broad interdisciplinary field of nanoelectronics and nanotechnology.</p>
---	---

**Predvideni študijski rezultati:**

<p>Po uspešno zaključenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- opredeliti nanoelektroniko kot novo razvijajoče se področje elektronike,</li> <li>- pojasniti litografijo kot pristop od zgoraj navzdol in omejitve, ki jih predstavlja pri nadaljnji miniaturizaciji elektronskih elementov,</li> <li>- primerjati klasične in kvantne sisteme,</li> <li>- opisati klasični, semiklasični in balistični transport elektronov v nanostrukturah,</li> <li>- uporabiti postulate kvantne mehanike pri postavitvi modelov kvantnih jam, žic in pik,</li> <li>- razložiti tunelski spoj in primere uporabe tuneliranja,</li> <li>- opisati elektronske in optične lastnosti ogljikovih nanocevk ter možnosti izdelave polprevodniških elementov na osnovi ogljikovih nanocevk,</li> <li>- razložiti Coulombovo blokado in delovanje enoelektronskega tranzistorja,</li> <li>- pojasniti spinski transport in spintronske elemente,</li> <li>- opisati kubit, kvantna logična vrata in osnove kvantnih računalnikov.</li> </ul>	<p><b>Intended learning outcomes:</b></p> <p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- define nanoelectronics as a new developing area of electronics,</li> <li>- clarify lithography as a top-down approach and the limitations it presents in the further miniaturization of electronic elements,</li> <li>- compare classical and quantum systems,</li> <li>- describe the classical, semiclassical and ballistic transport of electrons in nanostructures,</li> <li>- use the quantum mechanics postulates to construct models of semiconductor quantum wells, quantum wires and quantum dots,</li> <li>- explain tunnel junctions and applications of tunneling,</li> <li>- describe the electronic and optical properties of carbon nanotubes and the possibility of producing semiconductor devices based on carbon nanotubes,</li> <li>- explain the Coulomb blockade and the operation of a single-electron transistor,</li> <li>- explain transport of spin and spintronic devices,</li> <li>- describe the qubit, the quantum logic gate, and the quantum computers.</li> </ul>
---	--

**Metode poučevanja in učenja:**

Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij.	<b>Learning and teaching methods:</b> The lectures provide a theoretical background on particular subjects.
--	--

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

Seminar in ustni izpit. Pogoj za pristop k ustnemu izpitu je uspešno predstavljen seminar.		Seminar and oral exam. Prerequisite for an oral exam is a successfully defended seminar.
Seminar	40,00 %	Seminar
ustni izpit	60,00 %	oral exam

--	--	--

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

1. Seif JP, Descoedres A, Filipič M, Smole F, Topič M, Holman ZC, De Wolf S, Ballif C (2014) Amorphous silicon oxide window layers for high-efficiency silicon heterojunction solar cells. *Journal of applied physics* 115:1-8
2. Filipič M, Holman Z, Smole F, De Wolf S, Ballif C, Topič M (2013) Analysis of lateral transport through the inversion layer in amorphous silicon/crystalline silicon heterojunction solar cells. *Journal of applied physics* 114:1-7
3. Holman Z, Filipič M, Lipovšek B, De Wolf S, Smole F, Topič M, Ballif C (2014) Parasitic absorption in the rear reflector of a silicon solar cell: simulation and measurement of the sub-bandgap reflectance for common dielectric/metal reflectors. *Solar energy materials and solar cells* 120, part A:426-430
4. Filipič M, Berginc M, Smole F, Topič M (2012) Analysis of electron recombination in dye-sensitized solar cell. *Current applied physics* 12, no. 1:238-246
5. Nerat M, Smole F, Topič M (2011) A simulation study of the effect of the diverse valence-band offset and the electronic activity at the grain boundaries on the performance of polycrystalline Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> solar cells. *Thin Solid Films* 519, no. 21:7497-7502

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Napredne metode vodenja avtonomnih sistemov  
**Course title:** Advanced control of autonomous systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64836

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	45				50	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Gregor Klančar

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

Skladno s pogoji za vpis.

**Prerequisites:**

In accordance with the terms and conditions for subscription.

**Vsebina:**

- Uvod v avtonomne sisteme – mobilni sistemi, brezpilotne letalne naprave, vesoljska plovila
- Metode za lokalizacijo in kartiranje, hkratna lokalizacija in kartiranje (angl. kratica SLAM), razširjeni Kalmanov filter in sekvenčne naključne metode ocenjevanja (angl. particle filter) položaja, orientacije in značilk okolja
- Vodenje na najvišjem nivoju – strategije vodenja večagentnih sistemov
- Načrtovanje poti – princip optimalnosti, optimizacija poti z omejitvami (izogibanje oviram, neholonomnost, dinamične omejitve, omejitve aktuatorjev), tirnice umetnih satelitov
- Optimalno vodenje ob upoštevanju motenj
- Metode načrtovanja robustnega vodenja v frekvenčnem prostoru
- Vodenje avtonomnih sistemov po predpisani poti
- Vodenje avtonomnih sistemov s končno definiranim ciljem
- Adaptivno vodenje avtonomnih sistemov
- Vodenje avtonomnih sistemov z reševanjem linearnih matričnih neenačb

**Content (Syllabus outline):**

- Introduction to autonomous systems – mobile systems, unmanned aerial vehicles, space crafts
- Methods for localisation and mapping, simultaneous localisation and mapping, extended Kalman filter, position, orientation and feature estimation methods - particle filter
- Higher level control – strategies of multi-agent systems control
- Path planning – the principle of optimality, path optimisation with constraints (obstacle avoiding, nonholonomy, dynamic constraints, actuator constraints), satellite orbits
- Optimal control in the presence of disturbances
- Frequency domain robust control design methods
- Trajectory tracking control of autonomous systems
- Control of autonomous systems to the final state
- Adaptive control of autonomous systems
- Matrix inequality control of autonomous systems

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

1. Gregor Klančar, Andrej Zdešar, Sašo Blažič, Igor Škrjanc: Wheeled mobile robotics : from fundamentals towards autonomous systems, Elsevier: Butterworth-Heinemann, Cambridge, 2017.

2. Gregory Dudek, Michael Jenkin: Computational Principles of Mobile Robotics, Cambridge University Press, New York, 2010.
3. Howie Choset, Kevin M. Lynch, Seth Hutchinson, George A. Kantor, Wolfram Burgard, Lydia E. Kavraki, Sebastian Thrun, Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations (Intelligent Robotics and Autonomous Agents series), MIT Press, Cambridge, 2005.
4. Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, Dieter Fox: Probabilistic Robotics (Intelligent Robotics and Autonomous Agents series), MIT Press, Cambridge, 2006.
5. Michael Wooldridge: An Introduction to MultiAgent Systems, Second Edition, John Wiley & Sons, Chichester, England, 2009.
6. J. Andrade-Cetto, A. Sanfeliu, Environment Learning for Indoor Mobile Robots, Springer, 200
7. G. Balas, R. Chiang, A. Packard, M. Safonov, Robust Control Toolbox 3, User's Guide, MathWorks, 2008
8. K. J. Åström, B. Wittenmark, Adaptive Control, Second Edition, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Reading, 1995.

**Cilji in kompetence:**

- predstaviti problematiko vodenja avtonomnih sistemov
- predstaviti metode za lokalizacijo in kartiranje
- predstaviti problematiko vodenja na višjih nivojih
- predstaviti problematiko optimalnega in adaptivnega vodenja avtonomnih sistemov
- predstaviti orodja za robustno vodenje avtonomnih sistemov

**Objectives and competences:**

- to present problems of autonomous systems control
- to present methods of localisation and mapping
- to present problems of higher level control
- to present problems of optimal and adaptive control of autonomous systems
- to present the tools for robust control of autonomous systems

**Predvideni študijski rezultati:**

- osnovna znanja iz področja avtonomnih mobilnih sistemov in večagentnih sistemov
- napredni pristopi pri vodenju avtonomnih sistemih
- izvedba pristopov za lokalizacijo, kartiranje okolice,
- uporaba osvojenih znanj pri projektne delu

**Intended learning outcomes:**

- basic knowledge from autonomous mobile systems and multiagent systems
- advanced approaches in autonomous system control
- development of methods for localisation in environment
- use of obtained knowledge at project work

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja, seminarsko delo.

**Learning and teaching methods:**

Lectures, Seminar work.

**Načini ocenjevanja:**

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Seminar	70,00 %	Seminar
Ustni izpit	30,00 %	Oral exam

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

1. KLANČAR, Gregor, TESLIČ, Luka, ŠKRJANC, Igor. Mobile-robot pose estimation and environment mapping using an extended Kalman filter. International Journal of Systems Science, vol. 45, no. 12, str. 2603-2618, 2014.
2. KLANČAR, Gregor, BLAŽIČ, Sašo, MATKO, Drago, MUŠIČ, Gašper. Image-based attitude control of a remote sensing satellite. *Journal of intelligent & robotic systems*, ISSN 0921-0296, vol. 66, no. 3, str. 343-357, 201
3. KLANČAR, Gregor, MATKO, Drago, BLAŽIČ, Sašo: A Control Strategy for Platoons of Differential-Drive Wheeled Mobile Robot. *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 59, no. 2, str. 57-64, 2011.
4. KLANČAR, Gregor, ZDEŠAR, Andrej, BLAŽIČ, Sašo, ŠKRJANC, Igor: Wheeled mobile robotics : from fundamentals towards autonomous systems, Elsevier: Butterworth-Heinemann, Cambridge, 2017.
5. KLANČAR, Gregor, ŠKRJANC, Igor. Tracking-error model-based predictive control for mobile robots in real time. *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 55, no. 6, str. 460-469, 2007.

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Napredni mikroelektronski sistemi: Izbrana poglavja  
**Course title:** Advanced microelectronics systems: selected topics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64828

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	30				65	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Drago Strle

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

Skladno z vpisnimi pogoji za vpis v III. stopnjo bolonjskega študija

**Prerequisites:**

In accordance with the entry requirements for the enrollment in the III. stage Bologna degree

**Vsebina:**

Predmet obravnava moderne inovativne arhitekture in realizacij mešanih analogno-digitalnih integriranih sistemov v globoko podmikronskih CMOS in BiCMOS tehnologijah (<90nm), omejitvam, ki iz tega izhajajo, ter modeliranju. Napajalna napetost ter kompleksnost in stopnja integracije zahteva posebno skrb pri modeliranju in realizaciji digitalnih, analognih in mešanih vezjih. Pomembnoje tudi vgrajeno testiranje (BIST) ter kointegracija senzorjev in elektronike. Predmet bo razdeljen na tri glavne usmeritve:

- Načrtovanje nizkonapetostnih, visokonapetostnih, visokofrekvenčnih, nizkošumih VLSI integriranih dinamičnih sistemov v tehnologijah CMOS in BiCMOS
  - Kointegracija MEMS/NEMS senzorjev v modernih VLSI integriranih sistemih ter modeliranje in simulacija/verifikacija,
  - Testiranje modernih kompleksnih mikroelektronskih sistemov, metode vgrajene testabilnost za digitalne in mešane analogno/digitalne ter senzorske sisteme
- Vsaka od usmeritev bo sestavljena iz predavanj, ki bodo osnova za izbrano seminarsko delo iz ene od usmeritev ter nato tudi osnova za nadaljne raziskovalno delo.

**Content (Syllabus outline):**

The content of the course includes modern innovative architectures of mixed signal analogue/digital integrated systems in deep sub-micron CMOS and BiCMOS technologies (<90nm) with all restrictions and modelling problems related to that. Problems related to complexity and low supply voltage require special attention for digital, analogue and mixed-signal circuit implementation. Important part is built-in-self-test (BIST) and cointegration fo sensors and electronics.

The course will be divided in three main directions:

- The design of low/high voltage integrated systems including high frequency and low noise dynamic systems in CMOS and BiCMOS technologies,
- Cointegration of MEMS/NEMS sensors together with VLSI integrated system including the modelling and verification methodologies
- Testing of modern complex microelectronic systems including BIST methods for mixed-signal integrated systems

Each direction is based on the lectures, followed by seminar work, which is the basis for the individual research work.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- [1] F. Maloberti, "Data Converters," Springer, 2007  
 [2] R.J. Baker, »CMOS Mixed-Signal Circuit Design«, Wiley, 2009.  
 [3] R. J. Baker, "CMOS Circuits design, Layout and simulation," Wiley interscience, 2010  
 [4] S. Voinigescu, »High Frequency Integrated Circuits, « Cambridge University press, 2011  
 [5] P. J. Ashenden, G. D. Peterson, "System Designer's Guide to VHDL-AMS: Analog, Mixed-Signal, and Mixed-Technology Modeling," Elsevier, 2003.  
 [6] V. Kempe, »Inertial MEMS: principles and practices,« Cambridge University press, 2011.  
 [7] M. Burns, G.W.Roberts, " An Introduction to Mixed-signal IC test and Measurements, " Oxford University press, 2011.

**Cilji in kompetence:**

Cilj programa je poglobiti razumevanje omejitev in možnosti pri gradnji naprednih VLSI mikroelektronskih-nanoelektronskih sistemov v CMOS in BiCMOS tehnologijah s dolžino kanala pod 100nm ter pripraviti študente na samostojno raziskovalno delo na področju.

**Objectives and competences:**

The goal of the program is to improve the understanding of possibilities and limitations related to the design of VLSI microelectronic nano-electronic systems in CMOS and BiCMOS technologies with channel length below 100nm and prepare the students for individual research in the field.

**Predvideni študijski rezultati:**

Študent se seznani s modernimi trendi na področju načrtovalskih metodologij in orodji pri načrtovanju mikroelektronskih oziroma nanoelektronskih sistemov ter gradnikov v modernih CMOS in BiCMOS tehnologijah ter problemih, ki pri tem nastajajo. Kompetence vključujejo tudi kointegracijo sensorjev in elektronike ter obravnava vgrajene testabilnosti (BIST).

**Intended learning outcomes:**

The students learn the modern trends of design methodologies and tools used for the design of microelectronic and/or nano-electronic systems and modules in modern CMOS and BiCMOS technologies including the problems related to modern technologies. The competences include also co-integration of sensors and electronics as well as BIST (built in self test).

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja, Seminarji, Individualno raziskovalno delo v LMFE v izbrani usmeritvi

**Learning and teaching methods:**

Lectures, Seminars, Individual research work in selected

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

Ustni izpit	50,00 %	Oral exam
Seminar	50,00 %	Seminar

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

- [1]. Strle D, Nahtigal U, Battistel G, Zhang V. C, Ofner E, Fant A, Surm J L (2015) Integrated high resolution digital color light sensor in 130 nm CMOS technology. *Sensors* 12:17786-17807.  
 [2]. Strle D, Štefane B, Nahtigal U, Zupanič E, Požgan F, Kvasič I, Maček M, Trontelj J, Muševič I L (2012) Surface-functionalized COMB capacitive sensors and CMOS electronics for vapor trace detection of explosives. *IEEE sensors journal* 12:1048-1057.  
 [3]. Strle D, Trontelj J L (2012) On self-aware mixed-signal systems based on Sigma-Delta ADC. *International journal of embedded and real-time communication systems*, 3:92-110.  
 [4]. Gregorovič A, Apih T, Kvasič I, Lužnik J, Pirnat J, Trontelj Z, Strle D, Muševič I, L (2011) Capacitor-based detection of nuclear magnetization: Nuclear quadrupole resonance of surfaces. *Journal of magnetic resonance* 209:79-82.  
 [5]. Strle D, Kempe V L (2007) MEMS-based inertial systems. *Informacije MIDEM* 37:199-209.

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Obratovanje elektroenergetskega sistema v tržnem okolju  
**Course title:** Power System Operation in Market Environment

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64808

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30				95		5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Miloš Pantoš

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis na doktorski študij.

**Prerequisites:**

Enrollment into the program.

**Vsebina:**

Vpliv trga z električno energijo na delovanje elektroenergetskega sistema: vloga proizvajalcev, vloga in zahteve odjemalcev, vloga in omejitve prenosnega in razdelilnega omrežja, nove metode za analizo stacionarnih stanj in občutljivostne analize, izračun optimalnih pretokov moči glede na različne kriterije. Sistemske storitve: napoved obremenitev in rezerve delovne moči, regulacija delovne moči in frekvence, regulacija napetosti in jalove moči, nove metode za ocenjevanje napetostne stabilnosti, zagotavljanje sistemskih storitev. Zanesljivost elektroenergetskega sistema, zanesljivostni indeksi v dobavi električne energije porabnikom, zadostnost izgradnje omrežja. Uporaba verjetnostnih konceptov v delovanju sistemov in pri trgovanju z električno energijo in drugimi energenti.

**Content (Syllabus outline):**

Impact of electricity market on power system operation: the role of producers, consumers, transmission and distribution networks and their technical constraints, methods for static analyses, sensitivity analyses, optimal power flow calculation. Ancillary services: load forecasting, reserves, active power and frequency control, reactive power and voltage control, methods for voltage collapse proximity assessment, ancillary service procurement. Power system reliability, security of supply, reliability indices, network adequacy. Deterministic and stochastic concepts in power system operation and energy markets.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- Gubina F, (2006) Delovanje elektroenergetskega sistema, Založba ULFE, Ljubljana
- Pantoš M, Božič D (2014) Načrtovanje elektroenergetskega sistema, Založba ULFE, Ljubljana
- Pantoš M (2012) Exploitation of electric-drive vehicles in electricity markets. IEEE transactions on power systems 27/2:682-694
- Pantoš M (2011) Stochastic optimal charging of electric-drive vehicles with renewable energy. Energy 36/11:6567-6576
- Rejc M, Pantoš M (2011) Short-term transmission-loss forecast for the Slovenian transmission power system based on a fuzzy-logic decision approach. IEEE transactions on power systems 26/3:1511-1521

6. Šmon I, Pantoš M, Gubina F (2008) An improved voltage-collapse protection algorithm based on local phasors. Electric power systems research 78/3:434-440
7. Pantoš M (2013) Stochastic generation-expansion planning and diversification of energy transmission paths. Electric power systems research 98:1-10
8. Božič D, Pantoš M (2013) Assessment of investment efficiency in a power system under performance-based regulation. Energy 51/1:330-338
9. Pantoš M (2011) Market-based congestion management in electric power systems with increased share of natural gas dependent power plants. Energy 36/7:4244-4255

<b>Cilji in kompetence:</b>	<b>Objectives and competences:</b>
Študenti si bodo ustvarili celostno sliko o delovanju elektroenergetskega sistema v tržnih razmerah. Poleg osnov o delovanju elektroenergetskih sistemov bo poudarek tudi na različnih modelih trgov z električno energijo: fizični trgi, finančni trgi, bilateralno trgovanje, organizirani trgi, dražba, urno trgovanje, sprotne trgovanje, izravnalni trg, trgovanje s čezmejnimi prenosnimi zmogljivostmi, zagotavljanje sistemskih storitev itn. Osrednja tema predmeta pa je predstavitev vpliva omenjenih načinov trgovanja na obratovanje elektroenergetskega sistema.	Students will obtain an overview of power system operation in market environment. This course presents models of energy markets: physical market, financial markets, bilateral trading, organized markets: auction, intra-day market, continuous market, balancing market, cross-border trading, ancillary service procurement etc. Focus of this course is the impact of energy market on power system operation.

<b>Predvideni študijski rezultati:</b>	<b>Intended learning outcomes:</b>
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti možni: - razviti matematične modele osnovnih gradnikov elektroenergetskega sistema (generator, breme, vod, transformator), - izvajati statične analize obratovanja elektroenergetskega sistema v tržnih razmerah (izračun pretokov moči po elektroenergetskem omrežju, sigurnostne analize, ekonomsko dispečiranje, optimalni zagon agregatov itd.), - reševati osnovne probleme na področju obratovanja elektroenergetskih sistemov, - razviti optimizacijske modele in izbrati primerno optimizacijsko metodo za matematične probleme s področja obratovanja elektroenergetskih sistemov v tržnih razmerah, - ocenjevati zanesljivost in ekonomičnost delovanja elektroenergetskega sistema, - interpretirati osnovne principe delovanja trga z električno energijo in sistemskimi storitvami.	After successful completion of the course, students should be able to: - develop mathematical models of basic elements of electric power system (generator, load, line, transformer), - perform static analyses of power system operation in market environment (power flow calculation, contingency analyses, economic dispatch, unit commitment etc.), - solve basic problems in the field of power system operation, - develop optimization models and selection of appropriate optimization method for mathematical problems in the field of power system operation in market environment, - assess electric power system reliability and economic feasibility of power system operation, - interpret basic principles of electric energy and ancillary service markets.

<b>Metode poučevanja in učenja:</b>	<b>Learning and teaching methods:</b>
Predavanja ali seminarske naloge.	Lectures or seminars.

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Način: seminarska naloga. Ocena 5 je negativna, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Prispevki k oceni: seminarska naloga		Type: coursework. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Contributions to final grade: coursework
seminarska naloga	100,00 %	coursework

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

PANTOŠ, Miloš. Exploitation of electric-drive vehicles in electricity markets. IEEE transactions on power systems, 2012, vol. 27, no. 2, str. 682-694.

PANTOŠ, Miloš. Market-based congestion management in electric power systems with increased share of natural gas dependent power plants. Energy, 2011, vol. 36, no. 7, str. 4244-4255

PANTOŠ, Miloš. Stochastic optimal charging of electric-drive vehicles with renewable energy. Energy, 2011, vol. 36, no. 11, str. 6567-6576.

REJC, Matej, PANTOŠ, Miloš. Short-term transmission-loss forecast for the Slovenian transmission power system based on a fuzzy-logic decision approach. IEEE transactions on power systems, 2011, vol. 26, no. 3, str. 1511-1521.

ARTAČ, Gašper, FLYNN, Damian, KLADNIK, Blaž, PANTOŠ, Miloš, GUBINA, Andrej, GOLOB, Robert. A new method for determining the demand reserve offer function. Electric power systems research, 2013, vol. 100, str. 55-64.

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Operacijske raziskave  
**Course title:** Operations research

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64873

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Andrej Košir

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

**Prerequisites:**

Vpis v doktorski študij

Enrolment in the program

**Vsebina:**

Algoritmi, računski in spominski zahtevnosti, podatkovne strukture. Teorija grafov (predstavitev, lastnosti, osnovni algoritmi). Uvod v operacijske raziskave in optimizacijo. Optimizacijska naloga (formulacija, kriterij, množice rešitev). Linearno in celoštevilsko programiranje (simpleksna metoda, pomembni primeri). Analiza omrežij (maksimalni pretok, minimalna cena, najkrajše poti), Nelinearna optimizacija (gradientne in Newtonove metode, optimizacija pri pogoju). Kombinatorična optimizacija. Teorija iger. Markovske verige (klasifikacija stanja, ergodičnost). Teorija časovnih vrst. Teorija čakalnih vrst. Hevristična optimizacija. Merjenja mnenja uporabnikov in kvaliteta storitev. Osnove poslovne inteligence v TK. Izbrani optimizacijski problemi v TK (načrtovanje topologije, optimalno dodeljevanje virov, optimalno usmerjanje, določanje cenovne politike)

**Content (Syllabus outline):**

Algorithms, time and memory complexity, data structures. Graph theory (representation, selected graph properties, basic graph algorithms). Introduction to operations research and optimization. Optimization task (formulation, objective function, and set of solutions). Linear and integer programming (simplex method, selected known problems). Network analysis (maximal flow, minimal cost, shortest path). Nonlinear optimization (gradient and Newton method, constraint optimization). Combinatorial optimization. Game theory. Markov chains (classification of states, ergodicity). Time series. Queuing theory. Heuristic optimization techniques. Measuring QoE and user opinion. Basics of business intelligence in TC. Selected optimization problems in telecommunications (topology design, optimal resource assignment, optimal routing, yield management).

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- [1] P. Saengudomlert: Optimization for Communications and Networks, CRC Press, 2012.
- [2] A. Dutta, H. Schulzrinne: Mobility Protocols and Handover Optimization: Design, Evaluation and Application, John Wiley & Sons, 2014.
- [3] R. Srikant, L. Ying: Communication Networks: An Optimization, Control and Stochastic Networks Perspective, Cambridge university press, 2014.
- [4] M. W. Carter, C. C. Price: Operations Research, A Practical Introduction, CRC Press, 2000.
- [5] M. G.C. Resende and P. Pardalos: Handbook of Optimization in Telecommunications, Springer, 2006.
- [6] A. Košir: Operacijske raziskave v telekomunikacijah, Založba FE in FRI, 2013.

**Cilji in kompetence:**

Razumevanje formulacije in reševanja optimizacijskih nalog. Razumevanje povezave med formulacijo problema in računalniško podprtim reševanjem. Prepoznavanje tipa optimizacijskega problema v zvezi z izbiro računalniškega reševanja. Razumevanje zadovoljstva uporabnikov in poslovne inteligence kot optimizacijske funkcije.

**Objectives and competences:**

Basic understanding of optimization problem formulation and solving. Understanding the relationship between problem formulation and computer aided solving. Recognizing the optimization problem type related to existing computer solvers. Understanding end user satisfaction together with business model in term of optimization objective function.

**Predvideni študijski rezultati:**

Razvoj in uporaba spretnosti izvedbe optimizacije praktičnih problemov. Formulacija, prepoznavanje tipa in reševanje kompleksne optimizacije. Izbira ustrezne formulacije optimizacijskega problema in izbira najustreznejše obstoječih računalniških orodij reševanja optimizacije.

**Intended learning outcomes:**

Develop and apply the conceptual basis and the practical skills in problem solving. Formulate, recognize and solve complex optimization problems. Select the appropriate optimization problem formulation and the select the optimal existing computer tool to solve it.

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja, konzultacije, mentorirano projektno delo.

**Learning and teaching methods:**

Auditorium lectures, consultations, supervised project work

**Načini ocenjevanja:****Delež/Weight****Assessment:**

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Projekt	70,00 %	Project report
Ustni zagovor projekta	30,00 %	Oral defence of the project

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Droftina U, Šular M, Košir A (2015) A diffusion model for churn prediction based on sociometric theory. *Advances in data analysis and classification*, vol. 9, iss. 3, pp 341-365

Vodlan T, Tkalčič N, Košir A (2014) The impact of hesitation, a social signal, on a user's quality of experience in multimedia content retrieval. *Multimedia Tools and Applications*, vol. 74, no. 17, pp 6871-6896

Odić A, Tkalčič M, Tasič J, Košir A (2013) Predicting and detecting the relevant contextual information in a movie-recommender system. *Interact. comput.*, vol. 25, no. 1, pp 74-90

Tkalčič M, Tasič J, Košir A (2012) The need for affective metadata in content-based recommender systems for images. In: Maybury M T (ed) *Multimedia information extraction : advances in video, audio, and imagery analysis for search, data mining, surveillance, and authoring*, Wiley, Los Alamitos, pp 305-319

Tkalčič M, Odić A, Košir A (2013) The impact of weak ground truth and facial expressiveness on affect detection accuracy from time-continuous videos of facial expressions. *Information sciences*, vol. 249, pp 13-23

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Optimizacija pri avtomatizaciji načrtovanja elektronskih vezij  
**Course title:** Optimization in Electronic Design Automation

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64815

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
	30				95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Tadej Tuma

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

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

Izpolnjevanje vpisnih pogojev za doktorski študijski program.  
Priporočena so osnovna znanja metod računalniškega načrtovanja analognih elektronskih vezij in izkušnje pri uporabi programskega orodja SPICE.

**Prerequisites:**

Enrollment in the doctoral study program.  
Suggested basic knowledge of EDA theory and some experience in using SPICE circuit simulators.

**Vsebina:**

1) Definicija pojmov in opis optimizacijskih postopkov. Neomejeni postopki: gradientni postopki prvega in drugega reda, direktni postopki, genetski algoritmi. Omejeni postopki: omejitve parametrov, uporaba kazenskih funkcij, transformacija parametrov. Občutljivost analognih vezij v frekvenčnem in časovnem prostoru.  
2) Predstavitev optimizacijskega programskega paketa. Aplikacija simpleksnega algoritma in njegova paralelizacija. Izbira začetne točke. Definicija meril in oblikovanje kriterijske funkcije. Vključevanje robnih vrednosti v kriterijsko funkcijo. Lastnosti kriterijske funkcije (profil, šum). Demonstracija zagona programa in pridobivanje rezultatov.  
3) Srednje velik optimizacijski primer iz industrijskega okolja, katerega je še mogoče obravnavati na posameznih delovnih postajah. Individualna optimizacija večjega analognega sklopa z uporabo masivno paralelnega računalnika in analiza rezultatov.

**Content (Syllabus outline):**

1) Term definition and optimization method overview. Unconstrained methods: first and second order gradient algorithms, direct algorithms and genetic algorithms. Constrained methods: parameter constraints, penalty functions, parameter space transformations. Analog circuit sensitivity in frequency and time.  
2) Introduction to an analog circuit optimization tool. The simplex algorithm and its parallelization. Choosing a seed. Measurement definition and cost function formulation. Including design corners into the cost function. Cost function properties (cost profile and noise). A demo run of the tool and result interpretation.  
3) A medium size circuit is run by each student on a personal computer. A large analog optimization case is run on a computer farm.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

1. TUMA, Tadej, BÜRMEIN, Arpad. Circuit simulation with SPICE OPUS : theory and practice, (Modeling and simulation in science, engineering and technology). Boston; Basel; Berlin: Birkhäuser, cop. 2009. XVI, 399 str.

2. Spletna stran fakultetnega orodja [www.spiceopus.si](http://www.spiceopus.si)
3. Spletna stran Fakultetnega orodja PyOPUS (<http://fides.fe.uni-lj.si/pyopus/>)
4. BRATKOVIČ, Franc. Računalniško načrtovanje vezij, Občutljivost in optimizacija. 2. dopolnjena izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 1994. VII, 273 str.

<b>Cilji in kompetence:</b>	<b>Objectives and competences:</b>
Teoretična znanja na področju optimizacije analognih elektronskih vezij. Pridobiti praktične izkušnje pri delu s programskih orodjem SPICE.	Theoretical knowledge of optimization procedures in EDA. Employing optimization techniques in practical circuit simulation.

<b>Predvideni študijski rezultati:</b>	<b>Intended learning outcomes:</b>
Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni: <ul style="list-style-type: none"> <li>• določiti eksplicitno omejen paramaterski prostor za podan načrtovalski problem</li> <li>• oblikovati ustrezno kriterijsko funkcijo za podan načrtovalski problem</li> <li>• kriterijski funkciji dodati ogliščne točke za podan načrtovalski problem</li> <li>• izbrati primerno optimizacijsko metodo za podan načrtovalski problem</li> <li>• na enem računalniku samostojno pognati preprost načrtovalski primer z uporabo orodja PyOPUS</li> <li>• sodelovati pri skupinskem delu optimiziranja večjega vezja z PyOPUS na računalniški farmi</li> </ul>	Upon successful completion of this course, the students should be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• determine the explicitly limited parameter space for a given design problem</li> <li>• formulate a respective cost function for a given design problem</li> <li>• add corners to the cost function of a given design problem</li> <li>• select an appropriate optimization method for a given design problem</li> <li>• independently run a simple design case using the PyOPUS tool box on a single computer</li> <li>• contribute to a group project running a large optimization case with PyOPUS on a computer farm</li> </ul>

<b>Metode poučevanja in učenja:</b>	<b>Learning and teaching methods:</b>
Individualne konzultacije, vodeno seminarско delo, samostojno projektno delo.	Individual consultation, directed seminar work, independent project work.

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Način: laboratorijske vaje, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k ustnem izpitu. Prispevki k oceni: Laboratorijski projekt		Type: laboratory exercises, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the oral exam. Contributions to final grade: laboratory project
Laboratorijski projekt	100,00 %	laboratory project

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

TUMA, Tadej, BÜRMEŃ, Arpad. Circuit simulation with SPICE OPUS : theory and practice, (Modeling and simulation in science, engineering and technology). Boston; Basel; Berlin: Birkhäuser, cop. 2009.

PUHAN, Janez, BÜRMEŃ, Arpad, TUMA, Tadej, FAJFAR, Iztok. Teaching assembly and C language concurrently. Int. J. Electr. Eng. Educ., Apr. 2010, vol. 47, no. 2, str. 120-131,

OLENŠEK, Jernej, BÜRMEŃ, Arpad, PUHAN, Janez, TUMA, Tadej. Automated analog electronic circuits sizing. V: QING, Anyong. Differential evolution : fundamentals and applications in electrical engineering. [Piscataway]: IEEE Press; Singapore: J. Wiley & Sons, cop. 2009, str. [353]-367.

BÜRMEŃ, Arpad, OLENŠEK, Jernej, TUMA, Tadej. Mesh adaptive direct search with second directional derivative-based Hessian update. Computational optimization and applications, ISSN 0926-6003. [Print ed.], Dec. 2015, vol. 62, no. 3, str. 693-715.

KORINŠEK, Gašper, DERLINK, Maja, VIRANT-DOBERLET, Meta, TUMA, Tadej. An autonomous system of detecting and attracting leafhopper males using species- and sex-specific substrate borne vibrational signals. Computers and electronics in agriculture, ISSN 0168-1699. [Print ed.], 2016, vol. 123, str. 29-39.



# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Optoelektronika
<b>Course title:</b>	Optoelectronics

<b>Študijski programi in stopnja</b>	<b>Študijska smer</b>	<b>Letnik</b>	<b>Semestri</b>
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64814

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	15				80	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Janez Krč

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

<b>Jeziki/Languages:</b>	Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
	Vaje/Tutorial:	

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

- vpis v 1. letnik doktorskega študija (3. stopnja)
- priporočeno poznavanje polprevodniških elementov in osnov optoelektronike

**Prerequisites:**

- enrolment in the 1st academic year of postgraduate doctoral study
- recommended knowledge on semiconductor devices and basics of optoelectronics

**Vsebina:**

UVOD: sodobni izzivi in trendi v optoelektroniki  
 OPTIKA: modeli svetlobe, interakcija svetlobe s snovjo, kompleksna dielektričnost in kompleksni lomni količnik, odboj na gladkih in hrapavih površinah, refrakcija, sipanje na nanostrukturah, fotometrija in radiometrija  
 OPTIČNI VIRI:  
 - Svetleče diode (LED): spontana emisija, materiali, strukture, sodobne tehnologije, optične in električne karakteristike,  
 - Organske LED (OLED); materiali, strukture in trendi  
 - Laserji: stimulirana emisija, princip in zahteve za lasersko delovanje, zgradbe laserjev, optično ojačenje in izgube, spekter in oblika žarka, aplikacije  
 - Laserske diode (LD): strukture (PN, DH, DBR, DFB, VCSEL), delovanje, praktični primeri uporabe, močnostne LD  
 DETEKTORJI SVETLOBE in BARVE:  
 - polprevodniški fotodetektorji (pn, pin, hetero, PD s plazovito ionizacijo, fototranzistor), optični filtri, vertikalni tankoplastni detektorji barve na osnovi a-Si:H  
 - detektorska polja: CCD, CMOS, večja a-Si:H detektorska polja  
 ZASLONI: zgradba in delovanje sodobnih LCD, LED, plazemskih in OLED zaslonov, lastnosti in karakteristike TFT-jev, EL zasloni, 3D zasloni

**Content (Syllabus outline):**

INTRODUCTION: current challenges and trends in Optoelectronics  
 OPTICS: models of light, light and matter, complex permittivity and complex refractive index, reflection on flat and rough interfaces, refraction, scattering, photometry and radiometry  
 OPTICAL SOURCES:  
 - Light emitting diodes (LED): spontaneous emission, materials, structures, technologies, optical and electrical characteristics  
 - Organic LED (OLED): materials, structures and trends  
 - Lasers: stimulated emission, operational principle and requirements, main parts of a laser, optical amplification and losses, spectrum and shape of the output beam, applications of lasers  
 - Laser diodes (LD): structures, PN, DH, DBR, DFB VCSEL LD, applications, power LD  
 PHOTODETECTORS and COLOUR DETECTORS:  
 - semiconductor photodetectors (pn, pin, heterodiode, avalanche, phototransistor), optical filters, vertical thin-film colour detectors based on a-Si:H  
 - detector arrays: CCD, CMOS and a-Si:H detector arrays  
 DISPLAYS: structure and operation of LCD, properties and characteristics of TFTs, LED, plasma and OLED displays, 3D displays

<p>OSTALE IZBRANE TEMATIKE: fotoniki kristali, nanofotonika, plazmonika, tiskana optoelektronika, metamateriali, optične antene, optični senzorji, fourierjeva optika</p> <p>Vsebina predmeta se dopolnjuje in nadgrajuje s specifičnimi poglobljenimi tematikami seminarjskih nalog z različnih področij optoelektronike in fotonike.</p>	<p>OTHER SELECTED TOPICS: photonic crystals, nanophotonics, plasmonics, printed optoelectronics, metamaterials, optical antennas, optical sensors, Fourier optics</p> <p>The contents of the course is being updated and upgraded with seminar works on specific topics on optoelectronics and photonics</p>
--	--

### Temeljna literatura in viri/Readings:

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Saleh B E A, Tech M C (2007) Fundamentals of photonics. Wiley, New Jersey</li> <li>2. Gong Q, Hu X (2014) Photonic crystals, Principles and applications. Pan Stanford, Singapore</li> <li>3. Smith F G, King T A, Wilkins D (2007) Optics and Photonics - An Introduction. Wiley, New Jersey</li> <li>4. Smith W J (2008) Modern Optical Engineering: The Design of Optical Systems. McGraw Hill Book Co, UK</li> <li>5. Chrostowski L, Hoshberg M (2015) Silicon Photonics Design. Cambridge University Press, Cambridge</li> </ol>
---

### Cilji in kompetence:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• poznavanje pregleda sodobnih gradnikov, tehnologij in trendov v optoelektroniki</li> <li>• nadgradnja znanja o principih delovanja optoelektronskih elementov</li> <li>• sposobnost nadaljnega samostojnega raziskovalnega dela na področju</li> </ul>	<h3>Objectives and competences:</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an overview knowledge on contemporary devices, technologies and trends in optoelectronics</li> <li>• upgrade of knowledge on operational principles of optoelectronic devices</li> <li>• ability of further research work in the field</li> </ul>
---	---

### Predvideni študijski rezultati:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• predznanja za nadaljnji razvoj in raziskave na področju optoelektronskih znanosti</li> <li>• razumevanje delovanja in uporabe sodobnih optoelektronskih gradnikov</li> <li>• specifično raziskovalno delo na ožjem segmentu optoelektronike (seminarska naloga)</li> </ul>	<h3>Intended learning outcomes:</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• preknowledge for further research and development in optoelectronic sciences</li> <li>• understanding of operational principle and usage of optoelectronic devices</li> <li>• specific research work on narrower field of optoelectronics (seminar work)</li> </ul>
---	---

### Metode poučevanja in učenja:

predavanja, konzultacije, samostojno delo	lectures, consultations, individual work
---	--

### Learning and teaching methods:

### Načini ocenjevanja:

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Končna oceno se določi na osnovi izdelane seminarske naloge in ustnega zagovora.		Final grade is based on evaluation of seminar work and oral exam.
seminar	60,00 %	Seminar
ustni izpit	40,00 %	oral exam

### Reference nosilca/Lecturer's references:

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Krč J, Lipovšek B, Topič M (2014) Design for high out-coupling efficiency of white OLED using CROWM - a combined geometric/wave optics model, Solid-State and Organic Lighting, Tuscon, Arizona, United States, November 3-7, 2013. Solid-State and Organic Lighting</li> <li>2. Schmid M, Klenk R, Lux-Steiner M, Ch, Topič M, Krč J (2011) Modeling plasmonic scattering combined with thin-film optics. Nanotechnology 22/10: 1-10</li> <li>3. Conde J P, Joskowiak A, Lipovšek B, Pimentel A, Pereira A T, Santos M, Krč J, Topič M, Prazers D M F, Chu V (2010) Spectral selectivity constraints in fluorescence detection of biomolecules using amorphous silicon based detectors, Physica status solidi. C, 7: 1156-1159</li> <li>4. Kovačič M, Krč J, Lipovšek B, Topič M (2013) Diffraction gratings for optical filtering in fluorescence detection of biomolecules. 49th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials &amp; the Workshop on Digital Electronic Systems, September 25 – 27, Kranjska Gora, 71-75</li> <li>5. Krč J, Topič M (2013) Optical modeling and simulation of thin-film photovoltaic devices. CRC Press, New York</li> </ol>
---



# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Poglavlja iz robotike  
**Course title:** Selected topics in robotics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64825

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Marko Munih

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v doktorski študijski program.

**Prerequisites:**

Valid enrolment into PhD program.

**Vsebina:**

- Analiza in sinteza serijskih in paralelnih robotskih mehanizmov.
- Specifični pristopi v kinematiki, dinamiki, vodenju in sensoriki v robotiki.
- Paralelni robotski sistemi: analiza gibanja, kinematične singularnosti, manipulabilnost.
- Prijemalni robotski sistemi: robotske roke z več prsti, robotski prijem pri človeku in robotu, tetivni sistemi.
- Robotski sistemi v medicini: rehabilitacijska robotika, roboti v kirurgiji, biorobotika.
- Hodeči robotski sistemi: enonožni, dvonožni in večnožni roboti, analiza in sinteza hoje pri človeku in robotu.
- Eksotični roboti.

**Content (Syllabus outline):**

- Analysis and synthesis of serial and parallel robot mechanisms
- Advanced approaches in kinematics, dynamics, control and sensory systems in robotics
- Parallel robot systems: kinematic singularities, manipulability, sensitivity of constructional errors
- Robotic grasping systems: multifinger robot grippers, grasping in man and robot, tendon systems
- Robot systems in medicine: rehabilitation robotics, robotics in surgery, biorobotics
- Walking robots: monopod, biped, and multilegged robots, analysis and synthesis of locomotion in man and robot
- Exotic robots

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- [1] B. Siciliano, O. Khatib, Handbook of Robotics, Springer, 2016.
- [2] M. W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 2005.
- [3] J. Lenarčič, T. Bajd, M. Stanišič, Robot Mechanisms, Springer 2012.
- [4] Arimoto S, Control theory of multi-fingered hands, Springer, 2008.
- [5] Springer Tracts in Advanced Robotics (several books)

**Cilji in kompetence:**

Cilj je predstavitev poglavij s področij kinematike, dinamike, vodenja in sensorike naj sodobnejših robotskih sistemov.

**Objectives and competences:**

The aim of the course is to present topics from the areas of kinematics, dynamics, control, and sensory systems of most advanced robot systems.

**Predvideni študijski rezultati:**

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:

- koristiti kinematiko in statiko robotskih mehanizmov,
- obravnavati specifične probleme robotike,
- razviti in predlagati rešitev specifičnega problema,
- presoditi o smiselnosti uporabe preprostejših in kompleksnejših pristopov,
- povezati med sabo različne metode,
- preoblikovati klasične pristope s svojimi zamislimi.

**Intended learning outcomes:**

After successful completion of the course, students should be able to:

- use the kinematics and statics of robotic mechanisms,
- address specific problems of robotics,
- develop and propose solutions to a specific problem,
- assess adequacy of using simpler and more complex approaches,
- connect different methods among themselves,
- modify classic approaches with their own ideas.

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja in seminarsko delo osnovano na člankih v revijah npr. IEEE Trans. Robot., Int. J. Robot. Res., Advanced Robotics ter konferencah IEEE ICRA in IROS. Predavanja obravnavajo teoretične postopke, najbolj uveljavljene tehnologije in praktične primere. Seminar vključuje lastno raziskovalno delo in predstavitev.

**Learning and teaching methods:**

Lectures and seminars are based on recent papers published in eminent robotic journals, i.e. IEEE Trans. Robot., Int. J. Robot. Res., Advanced Robotics and conference proceedings IEEE ICRA and IROS. The lectures cover theoretical background, advanced technologies, and practical examples. Seminar is based on student's personal research and includes presentation of research results.

**Načini ocenjevanja:****Delež/Weight****Assessment:**

Ustni izpit in seminar-projekt: od 6 do 10 pozitivno, 5 je negativna ocena. Ustni izpit obsega ugotavljanje kompetenc na specifičnih obravnavanih področjih. Seminar se dotika področja raziskovalnega dela študenta.		Oral exam and seminar-project: from 6 to 10 positive, negative grade is 5. The oral examination consists of determining the competences in the specific subject areas. The seminar is covering the field of research work of the student.
Ustni izpit	50,00 %	Oral
seminar-projekt	50,00 %	Seminar

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

J. Činkelj, R. Kamnik, P. Čepon, M. Mihelj, M. Munih (2010) Closed-loop control of hydraulic telescopic handler, *Automation in Construction*, Vol. 19, No. 7, 954-963.

J. Podobnik, D. Novak, M. Munih, Grasp coordination in virtual environments for robot-aided upper extremity rehabilitation. *Biomedical engineering*, ISSN 1016-2372, Dec. 2011, vol. 23, no. 6, 457-466.

ŽBONTAR, Klemen, MIHELJ, Matjaž, PODOBNIK, Boštjan, POVŠE, Franc, MUNIH, Marko. Dynamic symmetrical pattern projection based laser triangulation sensor for precise surface position measurement of various material types. *Applied optics*, ISSN 0003-6935, 2013, vol. 52, no. 12, 2750-2760.

AMBROŽIČ, Luka, GORŠIČ, Maja, GEEROMS, Joost, FLYNN, Louis, LOVA, Molino, KAMNIK, Roman, MUNIH, Marko, VITIELLO, Nicola. Cyberlegs : a user-oriented robotic transfemoral prosthesis with whole-body awareness control. *IEEE robotics & automation magazine*, ISSN 1070-9932, Dec. 2014, vol. 21, no. 4, 82-93.

BERAVS, Tadej, BEGUŠ, Samo, PODOBNIK, Janez, MUNIH, Marko. Magnetometer calibration using Kalman filter covariance matrix for online estimation of magnetic field orientation. *IEEE transactions on instrumentation and measurement*, ISSN 0018-9456, Aug. 2014, vol. 63, no. 8, 2013-2020.

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Pretvorniki v močnostni elektroniki  
**Course title:** Power Electronics Converters

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64831

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Peter Zajec

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	

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

Formalni pogoj je vpis v 1. letnik študijskega programa 3. stopnje.

**Prerequisites:**

Enrolment in the first year of 3rd cycle (doctoral).

**Vsebina:**

Sodobni študij močnostne elektronike ne obravnava pretvorniških naprav le v luči splošno poznanih kriterijev (izgube, specifična moč pretvornika, ocena njegove življenjske dobe ter stroški izdelave). Vse pomembnejše postaja razumevanje povezovalnih vlog teh pretvorniških naprav v kompleksnih sistemih za učinkovito pretvorbo energije obnovljivih virov v električno energijo in njeno nadaljnjo smotrno pretvorbo ter končno rabo (inteligentno hlajenje in grejte stavb, hibridna vozila, pametna omrežja).

**Detaljnější vsebina:**

- 1) Seznanitev s sodobnimi polprevodniškimi močnostnimi stikali ter z izzivi odvajanja izgubne toplote in zmanjšanja parazitnih induktivnosti povezav. Pregled izzivov in študije aktualnih rešitev pri integraciji sestavnih delov pretvornika v enovito celoto (sistemska in geometrijsko). Mehanizmi odvajanja odvečne toplote, zmanjšanja medsebojnega elektromagnetnega vpliva, doseganje ustrezne prebojne trdnosti in zanesljivosti.
- 2) Problemi napetostnih in tokovnih strmin v močnostnem delu pretvornikov, razbremenilna vezja, izkoristki in izgube.
- 3) Pregled osnovnih modulacijskih postopkov (pulznoširinska modulacija, modulacija prostorskega vektorja in ostale) in z njimi povezane specifične rešitve na primeru mejnega obratovanja (obratovanje z majhnim vklopnim razmerjem) obstoječih

**Content (Syllabus outline):**

Nowadays, study of power electronics is not focused only on the generally known criteria list the power converters should comply with: loss reduction, increase of their specific power, estimation of their useful lifetime and the production cost. Increasingly important is to understand their roles in connecting complex systems for the efficient conversion of energy from renewable sources in electricity and its further efficient conversion and end-use in systems such as: smart heating/cooling, hybrid vehicles, smart grids.

**Detailed content:**

- 1) Insights into modern solid-state power switches and the challenges they face e.g. heat dissipation and reduction of parasitic inductances. Overview of main challenges and study of specific attempts in integration of the converter components into a unified whole (systemically and geometrically). Study of mechanisms of excess heat dispersal, reduction of mutual electromagnetic influence, achieving an appropriate dielectric strength and reliability.
- 2) Practical design issues, such as snubbers, semiconductor stresses due to the high slope of current and voltage, losses and efficiency.
- 3) Review of basic modulations (PWM, vector control and others) and related solutions specific to the operation near to the margins (in terms of low duty cycle) of existing semiconductor switches. Various

<p>polprevodniških stikal. Različni principi vodenja polprevodniških pretvornikov. Prediktivni in repetitivni pristopi k vodenju pretvornikov.</p> <p>4) Povratni vplivi polprevodniških pretvornikov na omrežje in njihovo odpravljanje. Načini razširjanja elektromagnetnih motenj ter ukrepi za njihovo zmanjšanje ali odpravljanje. Merilni sistemi in priprave za diagnostiko prevodnih emisij. Merjenje bližnjih električnih in magnetnih polj.</p> <p>5) Pregled in analiza sodobnejših trendov pri načrtovanju specifičnih pretvorniških topologij (zaporedna/vzporedna več-celična zasnova pretvornikov, zaporedna/vzporedna vezava močnostnih stikal, združevanje različnih načinov delovanja).</p> <p>6) Sistemsko orientirana analiza obratovalnih razmer, stabilnostnih pogojev v izbranih, tehnično aktualnih pretvorniških sistemih. Občutljivostne analize v namen zagotavljanja optimalnih obratovalnih lastnosti - s stališča vodenja in pretoka moči (popačenje, izogibanje nezaželenim resonančnim pojavom).</p>	<p>control of semiconductor converters. Predictive and repetitive control methods in power electronics.</p> <p>4) Effects of power converters to the supply grid voltage and to the adjacent electronic devices. Study of electromagnetic compatibility problems: sources of electromagnetic (EM) emissions, modes of coupling and reduction techniques of EM emissions. Setups for measuring radiated and conducted emissions.</p> <p>5) Overview and analysis of modern designs in the case of specific converter topologies (serial / parallel multi-cell converter design, serial / parallel connection of power switches, combining different modes of operation).</p> <p>6) System-oriented analysis of operating conditions, stability conditions in selected state of the art converter systems and sub-systems. Performing sensitivity analysis to assure various control and power flow aspects (distortion, resonance mitigation).</p>
--	---

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bose BK (2010) Power Electronics And Motor Drives: Advances and Trends. Academic Press, London</li> <li>2. Strzelecki R, Benysek G (2008) Power Electronics in Smart Electrical Energy Networks. Springer, London</li> <li>3. Orłowska-Kowalska T, Blaabjerg F, Rodríguez J (2014) Advanced and Intelligent Control in Power Electronics and Drives. Springer, New York</li> <li>4. Fuchs E, Masoum MAS (2011) Power Quality in Power Systems and Electrical Machines. Academic Press, London</li> </ol>
--

**Cilji in kompetence:**

<p>Cilji: Spodbujati poglobljeno razumevanje o delovanju, tehnoloških in snovnih omejitvah ter vpetosti modernih pretvornikov električne energije v širši znanstveni kontekst. Spodbujati zasledovanje in obvladovanje najsodobnejših postopkov, tehnologij. Okrepiti zavedanje povezovalnih učinkov več-celičnih ter porazdeljenih pretvornikov v primeru njihovega centralnega vodenja.</p> <p>Kompetence: Nadgradnja temeljnih znanj s področja močnostne elektronike in regulacijske tehnike. Dopolnitev z znanji komplementarnih tehniških vej.</p>	<p><b>Objectives and competences:</b></p> <p>Objectives: To promote in-depth understanding of the operation, technological and material constraints and the integration of modern inverters power in the wider scientific context. To encourage the cutting-edge design procedures and technologies pursuit. Strengthen awareness of the effects of connecting multi-cell converters and distributed ones in the event of their central control management.</p> <p>Competencies: Upgrading the basic knowledge in the field of power electronics and control engineering. Gain competences with knowledge of complementary technical branches.</p>
--	--

**Predvideni študijski rezultati:**

<p>Poglobljeno razumevanje delovanja pretvornikov in njihovih fizikalnih omejitev.</p> <p>Poznavanje analiznih in načrtovalskih korakov pri reševanju specifičnih problemih pretvorniških vezij.</p> <p>Sposobnost opravljanja in vrednotenja sistemsko orientiranih analiz.</p>	<p><b>Intended learning outcomes:</b></p> <p>In-depth understanding of the converters operation and their physical limitations.</p> <p>To gain knowledge for deeper analysis and design steps in solving specific problems of power electronic converters. The ability to perform system-oriented evaluation and analysis.</p>
--	--

**Metode poučevanja in učenja:**

<p>Predavanja ter konzultacije pri izdelavi seminarske naloge in samostojnem študiju po literaturi, vse v navezavi z lastnim raziskovalnim delom.</p>	<p><b>Learning and teaching methods:</b></p> <p>Lecture and consultation hours - to assist and lead candidate through his/her homework assignment.</p>
---	--

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Predstavitev seminarja.	100,00 %	Homework assignment presentation.

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

1. Petkovšek M, Leban A, Nemeč M, Vončina D, Zajec P (2013) Series active power filter for high-voltage synchronous generators. Informacije MIDEM, vol. 43, no. 4:228-234
2. Flisar U, Vončina D, Zajec P (2012) Voltage sag independent operation of induction motor based on Z-source inverter. Compel, vol. 31, no. 6:1931-1944
3. Rupar U, Lahajnar F, Zajec P (2012) Iterative-learning-based torque-ripple compensation in a transverse flux motor. IET control theory & applications, vol. 6, no. 3:341-348
4. Petkovšek M, Kosmatin P, Zevnik C, Vončina D, Zajec P (2012) Measurement system for testing of bipolar plates for PEM electrolyzers. Informacije MIDEM, vol. 42, no. 1:60-67
5. Ostrožnik S, Bajec P, Zajec P (2010) A study of a hybrid filter. IEEE transactions on industrial electronics, vol. 57, no. 3:935-942

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Računska elektromagnetika  
**Course title:** Computational electromagnetics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64805

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Tomaž Slivnik

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v letnik študija      Enrolment in the study year

## Vsebina:

Osnovne enačbe elektromagnetnega polja (Maxwellove enačbe v različnih oblikah, robni in mejni pogoji, pogoji v neskončnosti, singularnosti v polju, absorpcijski mejni pogoji). Formulacije elektromagnetnih problemov. Metode za numerično reševanje elektromagnetnih problemov (metoda končnih diferenc, metoda končnih elementov, metoda robnih elementov, metoda multipolov, hibridne metode, ostale metode). Reševanje diskretiziranih sistemov enačb (dekompozicijske metode, metode konjugiranih gradientov, iteracijske metode, reševanje problemov lastnih vrednosti).

## Content (Syllabus outline):

Equations of electromagnetic fields (Maxwell equations in different forms, Boundary conditions, Conditions in infinity, absorbing boundary conditions). Formulations of electromagnetic problems. Numerical methods for electromagnetic problems (finite differences, finite elements, boundary elements, fast multipole methods, hybrid methods, other methods). Solution of systems of equations (decomposition methods, conjugate gradient method, iteration methods, eigenvalue problems).

## Temeljna literatura in viri/Readings:

Thomas Rylander, Par Ingellstrom, Anders Bondeson: Computational Electromagnetics, Springer, 2012  
Jiang-Ming Jin: Theory and Computation of Electromagnetic Fields, Wiley, 2010  
Yijun Liu; Fast Multipole Boundary Element Method, Cambridge UP, 2014  
Jean Van Bladel: Electromagnetic Fields, IEEE Press, 2007

## Cilji in kompetence:

Seznaitvev z numeričnimi metodami za izračun elektromagnetnih polj

## Objectives and competences:

To learn numerical methods for computation of electromagnetic fields

## Predvideni študijski rezultati:

S pomočjo pridobljenega znanja bi študent izračunal parametre izbranega elektromagnetnega sistema

## Intended learning outcomes:

Students should compute parameters of chosen electromagnetic system

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja

**Learning and teaching methods:**

Lectures

**Načini ocenjevanja:****Delež/Weight****Assessment:**

Pisni izpit	30,00 %	Written examination
izdelava projekta	70,00 %	project

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

GONGADZE, Ekaterina, VELIKONJA, Aljaž, SLIVNIK, Tomaž, KRALJ-IGLIČ, Veronika, IGLIČ, Aleš. The quadrupole moment of water molecules and the permittivity of water near a charged surface. *Electrochimica Acta*, ISSN 0013-4686. [Print ed.], 2013, vol. 109, str. 656-662, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2013.07.126>. [COBISS.SI-ID [10049876](#)]

GONGADZE, Ekaterina, KABASO, Doron, BAUER, Sebastian, SLIVNIK, Tomaž, SCHMUKI, Patrik, VAN RIENEN, Ursula, IGLIČ, Aleš. Adhesion of osteoblasts to a nanorough titanium implant surface. *International journal of nanomedicine*, ISSN 1178-2013. [Online ed.], 2011, vol. 6, str. 1801-1816, ilustr. <http://dx.doi.org/10.2147/IJN.S21755>. [COBISS.SI-ID [8562772](#)]

BERKOPEC, Aleš, SLIVNIK, Tomaž. Estimation of W0/WT ratio for cloud-to-ground lightnings. *Journal of electrostatics*, ISSN 0304-3886. [Print ed.], Aug. 2010, vol. 68, no. 4, str. 337-344, ilustr. [COBISS.SI-ID [7852116](#)]

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Raziskovalno delo 1  
**Course title:** Research work 1

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64862

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					375	15

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

**Vrsta predmeta/Course type:** obvezni/obligatory

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

**Prerequisites:**

Vpis v doktorski študij.

Enrolment in the program.

**Vsebina:**

Raziskovalno delo je podrejeno pripravi in izdelavi doktorske disertacije. To je individualno znanstveno raziskovalno delo, ki ga usmerja mentor. V okviru raziskovalnega dela se od študenta pričakuje aktivna udeležba na domačih in mednarodnih znanstvenih in strokovnih srečanjih.

**Content (Syllabus outline):**

Research work is devoted to the preparation and completion of the doctoral dissertation. This includes individual scientific research work directed by the mentor. Research work requires active participation at Slovenian and international scientific and specialist meetings.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

**Cilji in kompetence:**

**Objectives and competences:**

**Predvideni študijski rezultati:**

**Intended learning outcomes:**

**Metode poučevanja in učenja:**

**Learning and teaching methods:**

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

Študent predstavi rezultate dela. Predstavitev se oceni z opravi/ni opravi

100,00 %

Students present the results of their work . Presentation is evaluated as pass / fail.

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Nosilec je izbrani mentor s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja.

The lecturer is a selected mentor with the proper habilitation title.

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Raziskovalno delo 2  
**Course title:** Research work 2

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64863

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					375	15

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

**Vrsta predmeta/Course type:** obvezni/obligatory

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v doktorski študij.

**Prerequisites:**

Enrolment in the program.

**Vsebina:**

Raziskovalno delo je podrejeno pripravi in izdelavi doktorske disertacije. To je individualno znanstveno raziskovalno delo, ki ga usmerja mentor. V okviru raziskovalnega dela se od študenta pričakuje aktivna udeležba na domačih in mednarodnih znanstvenih in strokovnih srečanjih.

**Content (Syllabus outline):**

Research work is devoted to the preparation and completion of the doctoral dissertation. This includes individual scientific research work directed by the mentor. Research work requires active participation at Slovenian and international scientific and specialist meetings.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

**Cilji in kompetence:**

**Objectives and competences:**

**Predvideni študijski rezultati:**

**Intended learning outcomes:**

**Metode poučevanja in učenja:**

**Learning and teaching methods:**

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight Assessment:**

Študent predstavi rezultate dela. Predstavitev se oceni z opravi/ni opravi	100,00 %	Students present the results of their work . Presentation is evaluated as pass / fail.

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Nosilec je izbrani mentor s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja.  
The lecturer is a selected mentor with the proper habilitation title.

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Raziskovalno delo 3  
**Course title:** Research work 3

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64864

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					750	30

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

**Vrsta predmeta/Course type:** obvezni/obligatory

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

**Prerequisites:**

Vpis v doktorski študij.

Enrolment in the program.

**Vsebina:**

Raziskovalno delo je podrejeno pripravi in izdelavi doktorske disertacije. To je individualno znanstveno raziskovalno delo, ki ga usmerja mentor. V okviru raziskovalnega dela se od študenta pričakuje aktivna udeležba na domačih in mednarodnih znanstvenih in strokovnih srečanjih.

**Content (Syllabus outline):**

Research work is devoted to the preparation and completion of the doctoral dissertation. This includes individual scientific research work directed by the mentor. Research work requires active participation at Slovenian and international scientific and specialist meetings.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

**Cilji in kompetence:**

**Objectives and competences:**

**Predvideni študijski rezultati:**

**Intended learning outcomes:**

**Metode poučevanja in učenja:**

**Learning and teaching methods:**

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight Assessment:**

Študent predstavi rezultate dela. Predstavitev se oceni z opravi/ni opravi	100,00 %	Students present the results of their work . Presentation is evaluated as pass / fail.

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Nosilec je izbrani mentor s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja.  
The lecturer is a selected mentor with the proper habilitation title.

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Raziskovalno delo 4  
**Course title:** Research work 4

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64865

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					500	20

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

**Vrsta predmeta/Course type:** obvezni/obligatory

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

**Prerequisites:**

Vpis v doktorski študij.

Enrolment in the program.

**Vsebina:**

Raziskovalno delo je podrejeno pripravi in izdelavi doktorske disertacije. To je individualno znanstveno raziskovalno delo, ki ga usmerja mentor. V okviru raziskovalnega dela se od študenta pričakuje aktivna udeležba na domačih in mednarodnih znanstvenih in strokovnih srečanjih.

**Content (Syllabus outline):**

Research work is devoted to the preparation and completion of the doctoral dissertation. This includes individual scientific research work directed by the mentor. Research work requires active participation at Slovenian and international scientific and specialist meetings.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

**Cilji in kompetence:**

**Objectives and competences:**

**Predvideni študijski rezultati:**

**Intended learning outcomes:**

**Metode poučevanja in učenja:**

**Learning and teaching methods:**

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight Assessment:**

Študent predstavi rezultate dela. Predstavitev se oceni z opravi/ni opravi	100,00 %	Students present the results of their work . Presentation is evaluated as pass / fail.

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Nosilec je izbrani mentor s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja.  
The lecturer is a selected mentor with the proper habilitation title.

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Raziskovalno delo 5  
**Course title:** Research work 5

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64867

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					750	30

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

**Vrsta predmeta/Course type:** obvezni/obligatory

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

**Prerequisites:**

Vpis v doktorski študij.

Enrolment in the program.

**Vsebina:**

Raziskovalno delo je podrejeno pripravi in izdelavi doktorske disertacije. To je individualno znanstveno raziskovalno delo, ki ga usmerja mentor. V okviru raziskovalnega dela se od študenta pričakuje aktivna udeležba na domačih in mednarodnih znanstvenih in strokovnih srečanjih.

**Content (Syllabus outline):**

Research work is devoted to the preparation and completion of the doctoral dissertation. This includes individual scientific research work directed by the mentor. Research work requires active participation at Slovenian and international scientific and specialist meetings.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

**Cilji in kompetence:**

**Objectives and competences:**

**Predvideni študijski rezultati:**

**Intended learning outcomes:**

**Metode poučevanja in učenja:**

**Learning and teaching methods:**

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight Assessment:**

<p>Študent predstavi rezultate dela. Predstavitev se oceni z opravi/ni opravi</p> <p>Students present the results of their work . Presentation is evaluated as pass / fail.</p>	<p>100,00 %</p>	<p>Students present the results of their work . Presentation is evaluated as pass / fail.</p>

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

<p>Nosilec je izbrani mentor s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja.</p> <p>The lecturer is a selected mentor with the proper habilitation title.</p>
--

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Raziskovalno delo 6  
**Course title:** Research work 6

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64868

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					250	10

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

**Vrsta predmeta/Course type:** obvezni/obligatory

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

**Prerequisites:**

Vpis v doktorski študij.

Enrolment in the program.

**Vsebina:**

Raziskovalno delo je podrejeno pripravi in izdelavi doktorske disertacije. To je individualno znanstveno raziskovalno delo, ki ga usmerja mentor. V okviru raziskovalnega dela se od študenta pričakuje aktivna udeležba na domačih in mednarodnih znanstvenih in strokovnih srečanjih.

**Content (Syllabus outline):**

Research work is devoted to the preparation and completion of the doctoral dissertation. This includes individual scientific research work directed by the mentor. Research work requires active participation at Slovenian and international scientific and specialist meetings.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

**Cilji in kompetence:**

**Objectives and competences:**

**Predvideni študijski rezultati:**

**Intended learning outcomes:**

**Metode poučevanja in učenja:**

**Learning and teaching methods:**

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight Assessment:**

Študent predstavi rezultate dela. Predstavitev se oceni z opravi/ni opravi	100,00 %	Students present the results of their work . Presentation is evaluated as pass / fail.

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Nosilec je izbrani mentor s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja.  
The lecturer is a selected mentor with the proper habilitation title.

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Razpoznavanje vzorcev  
**Course title:** Pattern recognition

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64839

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	45				50	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Simon Dobrišek

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v ustrezni letnik študijskega programa.

**Prerequisites:**

Enrolment in the corresponding year of the study programme.

**Vsebina:**

- Uvod: definicije, oblike vzorcev, razpoznavanje vzorcev z razvrščanjem in analizo, uporaba metod razpoznavanja vzorcev v gospodarstvu, prometu, medicini, robotiki, bančništvu, kriminalistiki, pri komunikaciji človek-stroj ipd.
- Predobdelava vzorcev: obnavljanje, izboljšanje kakovosti, normalizacija.
- Razčlenjevanje vzorcev: zasnova, razčlenjevanje vidnih vzorcev, razčlenjevanje slušnih vzorcev.
- Značilke vzorcev: hevristični in matematični postopki določanja značilk.
- Analiza primernosti opisa področja uporabe z učno množico vzorcev: mere razdalje med vzorci, preizkus rojenja vzorcev, »izrazita« in »neizrazita« definicija rojenja, postopki iskanja rojev, »globoko« učenje generativnih modelov.
- Razvrščanje vzorcev: razvrščanje vektorjev vrednosti značilk s prileganjem, odločanjem, sklepanjem in umetnimi nevronskimi omrežji; razvrščanje nizov vrednosti značilk z dinamičnim programiranjem in prikritimi Markovovimi modeli; razvrščanje grafnih struktur s prileganjem; razvrščanje ob upoštevanju soodvisnosti vzorcev.
- Kombiniranje in zlivanje razvrščevalnikov.

**Content (Syllabus outline):**

- Introduction: definitions, pattern representations, pattern recognition by classification and analysis, applications of pattern recognition in economy, traffics, medicine, robotics, banking, forensics, man-machine communication, etc.
- Pattern pre-processing: restoration, enhancement, normalization.
- Pattern segmentation: basic idea, image segmentation, and auditory signals segmentation.
- Features: generation of features by heuristic and mathematical methods.
- Analysis of learning sets: pattern similarity measures, pattern clustering test, crisp and fuzzy clustering, clustering techniques, deep learning of generative models.
- Pattern classification: classification of feature vectors by matching, decision, inference, and artificial neural networks; classification of sequences by dynamic programming and Hidden Markov Models; classification by graph matching; classification of statistically dependent samples.
- Combining and fusing classifiers.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- Pavešić, N (2012) Razpoznavanje vzorcev : uvod v analizo in razumevanje vidnih in slušnih signalov - 3., popravljena in dopolnjena izdaja, Založba FE in FRI, Slovenija
- Murphy, KP (2012) Machine learning: a probabilistic perspective, MIT Press, Cambridge, MA
- Theodoridis S, Koutroumbas K (2009) *Pattern Recognition*, Fourth Edition, Academic Press
- Bishop, CM (2009) Pattern recognition and machine learning, Springer, New York

**Cilji in kompetence:**

Seznanimi študenta z naprednimi matematičnimi in računalniškimi metodami razpoznavanja vzorcev z razvrščanjem in analizo.

**Objectives and competences:**

To acquaint students with the advanced mathematical and computational approaches to pattern recognition by classification and analysis.

**Predvideni študijski rezultati:**

Po zaključku predmeta bo študent zmožen izkazati znanje in razumevanje iz:

- gradnje sistemov, ki temelje na razpoznavanju signalov iz okolja,
- modeliranja določenih razumskih zmožnosti človeka (zaznavanje in spoznavanje okolja, učenje),
- sodobnih metod razčlenjevanja, luščanja značilik, rojenja in razvrščanja vzorcev.

Med študijem pri tem predmetu bo pridobil ali nadgradil prenosljive spretnosti, kot so:

- uporaba informacijske tehnologije: uporaba razvojnih orodij (OpenCV, Weka Data Mining Toolkit), okolij za programiranje (Matlab, GNU Compiler Collection, Netbeans), programskih jezikov (Matlab, C++, Java),

reševanja problemov: analiza problema, načrtovanje algoritma, implementacija programa in testiranje programa.

**Intended learning outcomes:**

After completion of the course the student will be able to demonstrate knowledge and understanding of:

- developing systems based on recognition of external signals,
- modelling rational capabilities of human beings (e.g. perception and cognition of the environment, learning),
- state-of-the-art methods for pattern segmentation, feature extraction, clustering and classification.

During the course the student will gain and improve transferable skills such as:

- use of information technology: the use of development tools (OpenCV, Weka Data Mining Toolkit), programming environments (Matlab, GNU Compiler Collection, Netbeans), programming languages (Matlab, C++, Java); and

problem solving: problem analysis, algorithm design, implementation and testing of a program.

**Metode poučevanja in učenja:**

- predavanja,
- individualne konzultacije,
- seminarski projekti.

**Learning and teaching methods:**

- lectures,
- individual consultations,
- seminar projects.

**Načini ocenjevanja:**

**Delež/Weight**

**Assessment:**

seminarski projekt	50,00 %	seminar project,
ustni izpit	50,00 %	oral exam

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

- Dobrišek S, Žibert J, Pavešić N, Mihelič F (2009) An edit-distance model for the approximate matching of timed strings. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 31:736-741
- Gajšek R, Mihelič F, Dobrišek S (2013) Speaker state recognition using an HMM-based feature extraction method. *Computer speech & language*, 27:135-150
- Križaj J, Štruc V, Dobrišek S (2013) Towards robust 3D face verification using Gaussian mixture models. *International journal of advanced robotic systems*, 9:1-11
- Dobrišek S, Gajšek R, Mihelič F, Pavešić N, Štruc V (2013) Towards efficient multi-modal emotion recognition. *International journal of advanced robotic systems*, 10:1-10
- Justin T, Mihelič F, Dobrišek S (2014) Intelligibility assessment of the de-identified speech obtained using phoneme recognition and speech synthesis systems, *Lecture Notes in Computer Science - Springer Verlag*, 8655:529-536.



## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Seminar 1
<b>Course title:</b>	Seminar 1

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64860

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
	30				95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

**Vrsta predmeta/Course type:** obvezni/obligatory

<b>Jeziki/Languages:</b>	<b>Predavanja/Lectures:</b>	Slovenščina, Angleščina
	<b>Vaje/Tutorial:</b>	

<b>Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:</b>	<b>Prerequisites:</b>
Vpis v doktorski študij.	Enrolment in the program.

<b>Vsebina:</b>	<b>Content (Syllabus outline):</b>
Poročilo o raziskovalnem delu	Report on research work

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

<b>Cilji in kompetence:</b>	<b>Objectives and competences:</b>
-----------------------------	------------------------------------

<b>Predvideni študijski rezultati:</b>	<b>Intended learning outcomes:</b>
--	------------------------------------

<b>Metode poučevanja in učenja:</b>	<b>Learning and teaching methods:</b>
-------------------------------------	---------------------------------------

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Študent predstavi rezultate dela v pisni in ustni obliki. Predstavitev se oceni z opravi/ni opravi	100,00 %	Students present the results of their work in written and oral form. Presentation is evaluated as pass / fail.

**Reference nosilca/Lecturer's references:**  
Nosilec je izbrani mentor s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja.  
The lecturer is a selected mentor with the proper habilitation title.



## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Seminar 2
<b>Course title:</b>	Seminar 2

<b>Študijski programi in stopnja</b>	<b>Študijska smer</b>	<b>Letnik</b>	<b>Semestri</b>
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64861

<b>Predavanja</b>	<b>Seminar</b>	<b>Vaje</b>	<b>Klinične vaje</b>	<b>Druge oblike študija</b>	<b>Samostojno delo</b>	<b>ECTS</b>
	30				95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

**Vrsta predmeta/Course type:** obvezni/obligatory

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v doktorski študij.	<b>Prerequisites:</b> Enrolment in the program.
--------------------------	--

**Vsebina:**

Poročilo o pripravi teme doktorske disertacije	<b>Content (Syllabus outline):</b> Report on preparation for the topic of the doctoral dissertation
--	--

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

**Cilji in kompetence:**

	<b>Objectives and competences:</b>
--	------------------------------------

**Predvideni študijski rezultati:**

	<b>Intended learning outcomes:</b>
--	------------------------------------

**Metode poučevanja in učenja:**

	<b>Learning and teaching methods:</b>
--	---------------------------------------

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Študent predstavi rezultate dela v pisni in ustni obliki. Predstavitev se oceni z opravi/ni opravi	100,00 %	Students present the results of their work in written and oral form. Presentation is evaluated as pass / fail.

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Nosilec je izbrani mentor s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja.

The lecturer is a selected mentor with the proper habilitation title.

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Sensorji in aktuatorji  
**Course title:** Sensors and Actuators

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64811

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45	30				50	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Matej Možek

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	

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

**Prerequisites:**

Vpis v 1. letnik doktorskega študija

Enrolment in the 1st year of doctoral study programme

**Vsebina:**

Definicije senzorjev, osnovni principi pretvorbe, klasifikacije senzorjev in aktuatorjev.  
Osnovni senzorski parametri: karakteristika, točnost, ločljivost, občutljivost, selektivnost, minimalni detektirani signal, prag, nelinearnost, histereza, ponovljivost, šum, temperaturni ničelni odziv, preobremenitev, zakasnitev odziva, stabilnost, analiza časovnega odziva senzorja  
Senzorske tehnologije: mikro-obdelava, lastnosti osnovnih materialov, depozicije tankih plasti, fotolitografija, jedkanje, LIGA, žrtvovani film, laserska obdelava, zatesnitev odprtih, spajanje substratov, izdelava 3D struktur, montaža in zapiranje v ohišje, Analogna in digitalna obdelava signalov senzorskih in aktuatorskih signalov.  
Pregled senzorskih in aktuatorskih družin ter njihovih aplikacij: Piezorezistivni, Piezoelektrični, Piroelektrični, Kapacitivni, Resonančni, Termoelektrični, Radiacijski, Magnetni, Kemijski, Sensorji na osnovi optičnih vlaken. Napredne senzorske in aktuatorske strukture.

**Content (Syllabus outline):**

Sensor definitions, transduction principles, classifications of sensors and actuators.  
Essential sensor properties: characteristics, sensitivity, accuracy, resolution, selectivity, minimal detected signal, threshold, nonlinearity, repeatability, noise, temperature zero drift, overload, stability, analysis of sensor dynamic response  
Review of standard silicon microelectronic technologies: Micromachining: basic materials properties, deposition, etching, LIGA, sacrified film, laser application, opening sealing, substrate bonding, sensor chip encapsulation/packaging, 3D structures fabrication  
Analog and digital signal conditioning in sensor and actuator systems-.  
Review of sensor and actuator structures and applications: Piezoresistive, Piezoelectric, Pyroelectric, Capacitive, Resonant, Thermoelectric, Radiation, Magnetic, Chemical, Optical fiber  
Advanced sensor and actuator structures,

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

Lyshevski S (2005) Nano- and microelectromechanical systems, CRC press, Boca Raton  
Fraden J (2010) Handbook of modern sensors : physics, designs, and applications, Springer, New York  
Horowitz P, Hill W (2008) The art of electronics, Cambridge University Press, Cambridge  
Soloman S (2010) Sensors handbook, McGraw-Hill, New York  
Amon, Slavko (2013) Sensorji in aktuatorji, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana

**Cilji in kompetence:**

Poznavanje principov delovanja, struktur, tehnologij in aplikacij senzorjev in aktuatorjev.

Uporaba pridobljenega znanja o senzorjih in aktuatorjih pri realizaciji naprednih senzorskih in aktuatorskih sistemov.

**Objectives and competences:**

Understanding of effects, structures, technologies and applications of sensors and actuators.

Application of obtained sensor and actuator knowledge for realization of advanced sensor and actuator systems.

**Predvideni študijski rezultati:**

Predstaviti principe delovanja, struktur, tehnologij in aplikacij senzorjev in aktuatorjev in jih njihovo uporabo pri reševanju praktičnih problemov v senzorskih in aktuatorskih sistemih.

**Intended learning outcomes:**

Presentation of effects, structures, technologies and applications of sensors and actuators, and their application in practical problems in advanced sensor and actuator systems.

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja, seminar

**Learning and teaching methods:**

Lectures, seminar

**Načini ocenjevanja:****Delež/Weight****Assessment:**

Način (seminar, ustni zagovor): Končna ocena je sestavljena iz povprečne ocene, ki jo sestavlja: ocena seminarske naloge in ocena ustnega zagovora.

ocena seminarske naloge

50,00 %

Type (Seminar, oral examination): Final exam grade is an average of: seminar work grade and oral examination grade.

ocena ustnega zagovora

50,00 %

seminar work grade

oral examination grade

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Možek M, Vrtačnik D, Resnik D, Pečar B, Amon S (2011) Adaptive calibration and quality control of smart sensors. In: Ivanov O (ed) Applications and experiences of quality control, Intech, Rijeka: pp 645-662

Pečar B, Križaj D, Vrtačnik D, Resnik D, Dolžan T, Možek M (2014) Piezoelectric peristaltic micropump with a single actuator. Journal of micromechanics and microengineering: 24/10: 1-9

Dolžan T, Pečar B, Možek M, Resnik D, Vrtačnik D (2015) Self-priming bubble tolerant microcylinder pump. Sensors and actuators. A, Physical 233: 548-556

Resnik D, Možek M, Pečar B, Dolžan T, Janež A, Urbančič-Rovan V, Vrtačnik D (2015) Characterization of skin penetration efficacy by Au-coated Si microneedle array electrode. Sensors and actuators. A, Physical 232: 299-309

Pečar B, Vrtačnik D, Resnik D, Možek M, Dolžan T, Brajkovič R, Križaj D (2015) Micropump operation at various driving signals : numerical simulation and experimental verification. Microsystem technologies 21/7: 1379-1384

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Sistemi za obdelavo velikih količin podatkov  
**Course title:** Systems for processing large amounts of data

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64872

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
15	30	30			50	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Andrej Kos

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

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

**Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:** Skladno z vpisnimi pogoji.

**Prerequisites:** In accordance with the entry requirements.

## Vsebina:

Zbiranje podatkov: pametni telefoni, senzorji in v internet povezane naprave, splet, čiščenje in priprava podatkov, anonimizacija in deidentifikacija podatkov. Hramba podatkov: razširljive relacijske podatkovne baze, NoSQL podatkovne baze, razumevanje kompromisa med konsistentnostjo podatkov, zmogljivostjo in razpoložljivostjo. Obdelava podatkov: dogodkovno naravnana obdelava, paralelizacija obdelave (map-reduce), pridobivanje strukturiranih podatkov iz nestrukturiranih. Analitika: učinkoviti algoritmi za obdelavo in analizo podatkov, strojno učenje. Vizualizacija: postopki in izzivi vizualizacije velikih količin podatkov, druge modalnosti predstavitve podatkov (soundifikacija, ipd.) Aplikacije predstavljenih tehnik: sistemi za ugotavljanje konteksta, pametni sistemi (aplikacije pametnih mest, pametnega prometa, ipd.), medicinske aplikacije, socialna omrežja, finančni sistemi

## Content (Syllabus outline):

Data collection: smart phones, sensors and internet-connected devices, web, cleaning and preparation of data, data anonymization and de-identification. Data retention; scalable relational databases, NoSQL databases, understanding the compromise between the consistency of data, performance and availability. Data processing: event-oriented processing, processing parallelization (map-reduce), extraction of structured data from unstructured. Analyses: efficient algorithms for processing and analysis of data, machine learning. Visualization, procedures and challenges of visualizing large amounts of data, other modalities of presentation of data (soundification, etc.). Applications of the presented techniques: systems for context detection, smart systems (applications of smart cities, smart transport, etc.), medical applications, social networks, financial systems

## Temeljna literatura in viri/Readings:

1. European Commission: [http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems IERC Book Open Access 2013.pdf](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging_Technologies_for_Smart_Environments_and_Integrated_Ecosystems_IERC_Book_Open_Access_2013.pdf)
2. Tom White: Hadoop: The Definitive Guide, 3rd Edition; Storage and Analysis at Internet Scale; O'Reilly Media
3. Jure Leskovec, Anand Rajaraman, Jeffrey D. Ullman: Mining of Massive Datasets, <http://i.stanford.edu/~ullman/mmds/book.pdf>

4. Jimmy Lin, Chris Dyer: Data-Intensive Text Processing with MapReduce, <http://lntool.github.io/MapReduceAlgorithms/MapReduce-book-final.pdf>
5. Tamara Munzner: Visualization Analysis and Design (2014 Draft) <http://www.cs.ubc.ca/~tmm/courses/533/book/vispmp-draft.pdf>
6. Scott Murray: Interactive Data Visualization for the Web: An Introduction to Designing with D3, O'Reilly Media

<b>Cilji in kompetence:</b>	<b>Objectives and competences:</b>
<p>Pozna pojem »big data«. Zna ovrednotiti količino podatkov, hitrost dogodkov, njihovo raznolikost, ter ključne izzive, povezane z velikimi količinami podatkov. Pozna razlike, zna izbrati relacijske ali NoSQL podatkovne baze, in ovrednotiti primernost uporabe. Pozna prednosti in slabosti map-reduce modela ter ovrednotiti v primerjavi z relacijskimi podatkovnimi bazami. Na primeru zna uporabiti osnovne analitske in vizualizacijske tehnike za delo z velikimi količinami podatkov.</p>	<p>Is familiar with the concept of "big data". Able to evaluate the amount of data, the rate of events, their diversity, and the key challenges associated with large amounts of data. Knows the difference and can choose among relational or NoSQL database, and evaluate the appropriateness of use. Knows the strengths and weaknesses of map-reduce model and evaluates it in comparison with relational databases. Can apply basic analytical and visualization techniques for working with large amounts of data in a use-case.</p>

<b>Predvideni študijski rezultati:</b>	<b>Intended learning outcomes:</b>
<p>Razumevanje pojma »big data«: količina podatkov, hitrost dogodkov, njihova raznolikost, ter ključnih izzivov povezanih z velikimi količinami podatkov. Razumevanje relacijskih podatkovnih baz, njihovih zmogljivosti in omejitev. Razumevanje zmogljivosti, prednosti in slabosti NoSQL podatkovnih baz. Razumevanje map-reduce modela, njegovih prednosti in slabosti, ter primerjave z relacijskimi podatkovnimi bazami. Razumevanje osnovnih analitskih in vizualizacijskih tehnik za delo z velikimi količinami podatkov.</p>	<p>Understanding the concept of "big data": data volume, events and their diversity, and key challenges associated with large amounts of data. Understanding of relational databases, their capabilities and limitations. Understanding the capabilities, strengths and weaknesses of NoSQL databases. Understanding of map-reducer model, its strengths and weaknesses, as well as a comparison with relational databases. Understanding of basic analytical and visualization techniques for working with large amounts of data.</p>

<b>Metode poučevanja in učenja:</b>	<b>Learning and teaching methods:</b>
<p>Predavanja ali mentorsko delo Seminar</p>	<p>Lectures or mentoring Seminar</p>

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Ustni izpit	40,00 %	Oral exam
Seminar	30,00 %	Seminar
Vaje	30,00 %	Exercise

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

KOS, Andrej, PRISTOV, Damijan, SEDLAR, Urban, STERLE, Janez, VOLK, Mojca, VIDONJA, Tomaž, BAJEC, Marko, BOKAL, Drago, BEŠTER, Janez. Open and scalable IoT platform and its applications for real time access line monitoring and alarm correlation. V: 12th International Conference, NEW2AN 2012, and 5th Conference, ruSMART 2012, St. Petersburg, Russia, August 27-29, 2012. ANDREEV, Sergey (ur.), BALANDIN, Sergey (ur.), KOUCHERYAVY, Yevgeni (ur.). Internet of things, smart spaces, and next generation networking : proceedings, (Lecture notes in computer science, ISSN 0302-9743, 7469). Berlin; Heidelberg: Springer, cop. 2012, str. 27-38, ilustr. [COBISS.SI-ID [9370964](#)]

KOS, Andrej, SEDLAR, Urban, STERLE, Janez, VOLK, Mojca, BEŠTER, Janez, BAJEC, Marko. Network monitoring applications based on IoT system. V: Proceedings of the 2013 18th European Conference on Network and Optical Communications & 2013 8th Conference on Optical Cabling and Infrastructure (NOC-OC&I). Graz: University of Technology, Institute of Microwave and Photonic Engineering, 2013, str. 69-73, ilustr. [COBISS.SI-ID [9963860](#)]

SEDLAR, Urban, VOLK, Mojca, STERLE, Janez, SERNEC, Radovan, KOS, Andrej. Contextualized monitoring and root cause discovery in IPTV systems using data visualization. IEEE network, ISSN 0890-8044, Nov.-Dec. 2012, vol. 26, no. 6, str. 40-46, ilustr. [COBISS.SI-ID [9594452](#)]

PETERNEL, Klemen, POGAČNIK, Matevž, TAVČAR, Rudi, KOS, Andrej. A presence-based context-aware chronic stress recognition system. Sensors, ISSN 1424-8220, Nov. 2012, vol. 12, no. 11, str. 15888-15906, ilustr.

<http://www.mdpi.com/1424-8220/12/11/15888>, doi: 10.3390/s121115888. [COBISS.SI-ID 9534292]

KOS, Andrej, SEDLAR, Urban, PETERNEL, Klemen, VOLK, Mojca, STERLE, Janez, ZEBEC, Luka, VIDONJA, Tomaž, BEŠTER, Janez. Odprta komunikacijska platforma IoT. V: Petindvajseta delavnica o telekomunikacijah, 12. in 13. maj 2011, Brdo pri Kranju. SIMIČ, Nikolaj (ur.), et al. Internet stvari : zbornik referatov, (VITEL, ISSN 1581-6737).

Ljubljana: Elektrotehniška zveza Slovenije, cop. 2011, f. 11-15, ilustr. [COBISS.SI-ID [8409684](#)]

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Slikovne tehnologije  
**Course title:** Imaging Technologies

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64851

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Boštjan Likar

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v študijski program.

**Prerequisites:**

Enrolment in the study program.

**Vsebina:**

Tehnike zajemanja digitalnih slik: digitalna fotografija, kamere in svetila za vidni in nevidni del spektra elektromagnetnega valovanja, mikroskopske tehnike, rentgensko slikanje in računalniška tomografija, magnetno resonančno slikanje, ultrazvok, sodobne in prihajajoče slikovne tehnike.  
Postopki za samodejno obnovo, kalibracijo, obdelavo in analizo, integracijo, merjenje ter razumevanje slikovne vsebine - s poudarkom na robustnosti, zanesljivosti, stabilnosti in izvedljivosti v realnem času.  
Načrtovanje, integracija in uporaba slikovnih tehnologij ter sistemov z računalniškim in strojnim vidom - v vsakdanjem življenju, v industriji in v biomedicini - za pridobivanje večdimenzionalnih informacij o opazovanem prostoru, objektih in subjektih.

**Content (Syllabus outline):**

Image acquisition techniques: digital photography, cameras and illumination units for visible and invisible part of the electromagnetic spectrum, microscopy, radiography, computed tomography, magnetic resonance imaging, ultrasonic imaging, advanced and emerging imaging techniques.  
Methods for image restoration, calibration, processing, analysis, integration, measuring and understanding of image content - with the emphasis on robustness, reliability, stability and applicability in real-time.  
Design, integration and application of imaging technologies and computer and machine vision systems - in everyday life, in industry and in biomedicine - for the extraction of multidimensional information about the inspected space, objects and subjects.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

- [1] Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities, E. R. Davies, Morgan Kaufmann, 2005.
- [2] Handbook of Machine Vision, A. Hornberg, Wiley-VCH, 2006.
- [3] Medical Imaging Signals and Systems, J. L. Prince, J. Links, Prentice Hall, 2005.
- [4] Digital Image Processing, R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Prentice Hall, 2008.
- [5] Biomedicinska slikovna informatika in diagnostika, B. Likar, Založba FE in FRI, 2008.

**Cilji in kompetence:**

Spoznati načine pridobivanja digitalnih slikovnih podatkov ter postopke za njihovo upravljanje, obdelavo

**Objectives and competences:**

To introduce digital image acquisition techniques and methods for image management and image processing

in uporabo na različnih področjih v vsakdanjem življenju, v industriji in v biomedicini.	for various applications in everyday life, in industry and in biomedicine.
--	--

<b>Predvideni študijski rezultati:</b>	<b>Intended learning outcomes:</b>
Razumevanje fizikalnega ozadja slikanja, tehnologij in naprav za pridobivanje slik, postopkov za izboljševanje kakovosti slik, možnosti za samodejno analizo slik ter uporabo slikovnih sistemov in tehnologij.	The understanding of imaging physical backgrounds, technologies and devices for image acquisition, expertise in image restoration and image analysis, and applicable knowledge on imaging systems and technologies.

<b>Metode poučevanja in učenja:</b>	<b>Learning and teaching methods:</b>
Poučevanje poteka v obliki predavanj, kjer se obravnavajo teoretični postopki, najbolj uveljavljene tehnologije in praktični primeri.	Teaching is conducted in the form of lectures, which address theoretical methods, the most common technologies and practical examples.

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Študent pripravi projekt oz. seminar, ki ga predstavi in zagovarja pred ostalimi študenti. Ocena se oblikuje na podlagi vsebine projekta oz. seminarja ter glede na razumevanje vsebine predmeta.	100,00 %	A student prepares a project or seminar, which is publicly presented and defended. The mark depends on the quality of the project or seminar and the understanding of the course content.

<b>Reference nosilca/Lecturer's references:</b>
<p>Bulat Ibragimov, Boštjan Likar, Franjo Pernuš, Tomaž Vrtovec  Shape representation for efficient landmark-based segmentation in 3D  IEEE Transactions on Medical Imaging, 2014</p> <p>Jaka Katrašnik, Franjo Pernuš, Boštjan Likar  A method for characterizing illumination systems for hyperspectral imaging  Optics Express, 21(4):4841-4853, 2013</p> <p>Miha Možina, Dejan Tomaževič, Franjo Pernuš, Boštjan Likar  Automated visual inspection of imprint quality of pharmaceutical tablets  Machine Vision and Applications, 24(1):66-73, 2013</p> <p>Primož Markelj, Dejan Tomaževič, Boštjan Likar, Franjo Pernuš  A review of 3D/2D registration methods for image-guided interventions  Medical Image Analysis, 16(3):642-661, 2012</p> <p>Žiga Špiclin, Boštjan Likar, Franjo Pernuš  Groupwise registration of multi-modal images by an efficient joint entropy minimization scheme  IEEE Transactions on Image Processing, 21(5):2546-2558, 2012</p>

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Sodobni električni stroji  
**Course title:** Modern electric machines

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64830

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Damijan Miljavec

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	

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

**Prerequisites:**

Vpis na 3. Stopnjo: na doktorski študij      Inscription in 3rd cycle: doctoral study

**Vsebina:**

Pregled svetovnega razvoja novejših oblik električnih strojev. Vplivi lastnosti pogonskega sistema na izbiro in oblikovanje električnega stroja. Teoretična izhodišča delovanja sodobnih električnih strojev: izmeničnih enofaznih in poli-faznih, strojev s trajnimi magneti, elektronsko komutiranih in hibridnih električnih strojev. Energija in moč v vezju, ki popisuje elektromagnetno-mehanski sistem. Koncept splošnega modela stroja v lastnem koordinatnem sistemu, vezni model. Električne in mehanske enačbe stroja in njegovega veznega modela. Izbira in uporaba primernih transformacij spremenljivk oz. modelov. Metode vrednotenja, nelinearnosti modelov, časovne in prostorske harmonske komponente. Uporaba metode končnih elementov za modeliranje magnetnih in električnih stanj v električnih strojih. Optimizacijske metode pri oblikovanju električnih strojev. Opisovanje lastnosti magnetnih materialov z metodami umetne inteligence. Aplikacije numeričnih metod v reševanju veznih modelov električnih strojev. Sinteza pridobljenih znanj v konkretnih problemih načrtovanja sodobnih električnih strojev.

**Content (Syllabus outline):**

Overview of the global development of newer forms of electrical machines. Influence of drive system for selection and design of electric machine. The theoretical basis of modern electric machines: single and poly phase machines, permanent magnet machines, electronically commutated and hybrid machines. Energy and power in the circuit describing electromechanical system. The concept of a comprehensive model of the machine in its own coordinate system, circuit theory of electric machines. Electrical and mechanical equations of the machine and its circuit models. Selection and use of appropriate transformations of variables and models. Valuation methods, models nonlinearities, time and spatial harmonics. Using finite element method for modelling magnetic and electric conditions in electrical machines. Optimization methods in the design of electrical machines. Magnetic materials properties description with artificial intelligence methods. Application of numerical methods to solve the circuit models of electrical machines. The synthesis of acquired knowledge in concrete design of modern electrical machines.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

1. Gieras F J (2009 ) Advancements in Electric Machines. Springer
2. Umans S (2013) Electric Machinery. McGraw-Hill Science/Engineering/Math

3. Bianchi N (2005) Electrical Machine Analysis Using Finite Elements. Power Electronics and Applications, Taylor and Francis Press  
 4. Boldea I, Tutelea L N (2009) Electric Machines: Steady State, Transients, and Design with MATLAB. CRC Press  
 5. Jereb P, Miljavec D (2009) Vezna teorija električnih strojev. Založba FE in FRI, Ljubljana

<p><b>Cilji in kompetence:</b></p> <p>Cilj predmeta je pridobiti poglobljena teoretična znanja in funkcionalno razumevanje delovanja sodobnih električnih strojev. Usposobiti študenta za samostojno oblikovanje modernih električnih strojev. Analitično in numerično obravnavati stacionarna in prehodna elektromagnetna ter elektromehanska stanja. Študent bo pridobil teoretična znanja potrebna za uporabo metode končnih elementov pri modeliranju magnetnih in električnih stanj v električnih strojih. Razumel bo optimizacijske metode pri oblikovanju električnih strojev. Pridobil bo sposobnost kritičnega vrednotenja dobljenih rezultatov. Osvojena poglobljena znanja s področja teorije električnih strojev bodo omogočila načrtovanje novih sodobnih električnih strojev in njihovo integracijo v modernepogonske sisteme. Implementacija sodobnih električnih strojev v sisteme za pretvorbo električne energije.</p>	<p><b>Objectives and competences:</b></p> <p>The aim of this course is to gain an in-depth theoretical and functional understanding of the operation of modern electric machines. To qualify the student for independent design of modern electrical machines. Analytical and numerical treated stationary and transient electromagnetic and electromechanical states. Students will gain theoretical knowledge required to understand finite element methods for modeling of magnetic and electric conditions in electrical machines. Also, understanding the optimization methods in the design of electrical machines. Ability to critically assess the obtained results. Conquered depth knowledge of the theory of electrical machines will enable the design of new modern electrical machines, their integration into modern drive systems. Further implementation of modern electrical machines into electrical energy conversion systems.</p>
--	--

<p><b>Predvideni študijski rezultati:</b></p> <p>Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- opisati principe delovanja sodobnih električnih strojev,</li> <li>- povezati različne fizikalne fenomene delovanja električnih strojev v smeri njihovega oblikovanja,</li> <li>- aplicirati metodo končnih elementov na področje modeliranja sodobnih oblik električnih strojev,</li> <li>- analizirati rezultate dobljene z metodo končnih elementov in njihovo predstavitev v obliki modelnih vezij,</li> <li>- izračunati stacionarna in prehodna elektromagnetna, elektromehanska in termična stanja v električnih strojih,</li> <li>- konstruiranja novih sodobnih električnih strojev.</li> </ul>	<p><b>Intended learning outcomes:</b></p> <p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- describe the principles of the operation of modern electrical machines,</li> <li>- connect various physical phenomena of the operation of electric machines in the direction of their design,</li> <li>- apply the method of finite elements to the field of modelling of modern forms of electric machines,</li> <li>- analyse the results obtained by the finite element method and present them in the form of model circuits,</li> <li>- calculate stationary and transient electromagnetic, electromechanical and thermal states in electrical machines,</li> <li>- design of new modern electric machines.</li> </ul>
--	--

<p><b>Metode poučevanja in učenja:</b></p> <p>Predavanja (v primeru večjega števila študentov) in projektna naloga.</p>	<p><b>Learning and teaching methods:</b></p> <p>Lectures (in the case of a large number of students) and project work.</p>
---	--

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
<p>Način: Projektno delo Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Študenti, vključeni v projektno delo, ki so nalogo uspešno zaključili in ustno zagovarjali, so s tem opravili izpit. Ocena se jim oblikuje na podlagi kvalitete opravljene naloge ter osvojenega znanja.</p>		<p>Type: Project work Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Students involved in project work that have successfully completed and orally defended have passed the exam. The grade will be formed on the basis of the quality of completed work and also on obtained knowledge.</p>
<p>Kvaliteta opravljene naloge</p>	<p>50,00 %</p>	<p>Quality of completed work</p>
<p>osvojeno znanje</p>	<p>50,00 %</p>	<p>Obtained knowledge</p>

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Vidmar G, Miljavec D (2015) A universal high-frequency three-phase electric-motor model suitable for the delta and star winding connections. *IEEE transactions on power electronics* 30:4365-4376

Vidmar G, Miljavec D, AGREŽ D (2014) Measurement and evaluation of EDM bearing currents by the normalized Joule integral. *Measurement science & technology* 25:7:1-10

Šrekl M, Bratina B, Zagirnyak M, Benedičič B, Miljavec D (2013) Losses in the axial-flux permanent-magnet machine housing. *Compel* 32:4:1366-1382

Gotovac G, Lampič G, Miljavec D (2013) Analytical model of permeance variation losses in permanent magnets of the multipole synchronous machine. *IEEE transactions on magnetics* 49:2:921-928

Stojčić B, Miljavec D (2012) Current distribution in the low-voltage winding of the furnace transformer. *International journal of electrical power & energy systems* 43:1:1251-1258

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Strojni vid  
**Course title:** Machine vision

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64835

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
25	12				88	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Janez Perš

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis na doktorski študij

**Prerequisites:**

Enrolment into the doctoral study programme

**Vsebina:**

Modeliranje vizualnih sistemov: fizikalne, matematične, biološke in računske osnove. Izbrana matematična orodja in algoritmi za analizo vizualnih informacij: izbrana poglavja iz linearne algebre, naključnih sistemov, teorije informacij.

Izbrani algoritmi za detekcijo in sledenje objektov, dogodkov, analizo gibanja, aktivnosti in obnašanja na osnovi vizualnih informacij. Večsenzorski vizualni sistemi. Biološko motivirane arhitekture za vidno zaznavanje. Omrežja vizualnih senzorjev in vgradni vizualni sistemi. Strojni vid v industriji, vizualno pregledovanje in merjenje.

Strojni vid v naprednih videonadzornih sistemih, v biometričnih sistemih in robotih. Uporaba strojnega vida v športu, analiza individualnih in skupinskih aktivnosti. Strojni vid v naprednih uporabniških vmesnikih.

**Content (Syllabus outline):**

Modelling of visual systems: physical, mathematical, biological and computational basics. Selected mathematical tools and algorithms for analysis of visual information: selected topics from linear algebra, stochastic systems and information theory.

Selected algorithms for detection and tracking of objects, events, for motion analysis and activity, based on visual information. Multi-sensor visual systems. Biologically motivated architectures for visual sensing. Visual sensor networks and embedded visual systems. Machine vision in industry, visual inspection and measurement.

Machine vision in advanced visual surveillance systems, biometric systems and robots. Use of machine vision in sport, analysis of individual and team activities. Machine vision in advanced user interfaces.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

1. David A. Forsyth, Jean Ponce. Computer Vision: A Modern Approach (2nd Edition), Prentice Hall, 2011
2. Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle. Image Processing, Analysis, and Machine Vision (4th Edition), Cengage Learning, 2014
3. Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2011, (<http://szeliski.org/Book>)
4. Pomembnejši znanstveni članki iz tematike (Classic scientific papers on the topic)

**Cilji in kompetence:**

**Objectives and competences:**

Spoznati inženirske, matematične, fizikalne, algoritmične ter biološke temelje vidnega zaznavanja. Priprava na znanstveno raziskovalno in razvojno delo na področju umetnih vizualnih zaznavnih sistemov.	Getting familiar with engineering, mathematical, physical, algorithmical and biological foundations of visual perception. Preparation for scientific research and development in the field of artificial visual perception systems.
---	---

<b>Predvideni študijski rezultati:</b>	<b>Intended learning outcomes:</b>
Po opravljenih študijskih obveznostih bodo študenti sposobni: Samostojno in kritično oceniti stanje znanosti na področju umetnih vizualnih zaznavnih sistemov. Samostojno izpeljati raziskave na nivoju doktorskega študija na tem področju, vključno z razvojem in analizo novih metod in algoritmov. Razumeti pomembnost objektivne kvantitativne presoje razvitih metod, obenem pa bodo posedovali veščine, ki bodo omogočale izvedbo takšne presoje.	After completing the course, students will be able to: independently and critically evaluate state of the art in the field of artificial visual perception systems. Perform doctoral grade research in this field by developing and analyzing novel algorithms and methods. Understand the importance of objective, quantitative evaluation of developed methods and have the skills to perform such an evaluation.

<b>Metode poučevanja in učenja:</b>	<b>Learning and teaching methods:</b>
Predmet se bo izvajal v obliki predavanj in projektnih nalog. Sklop predavanj bo vseboval predavanja nosilca in soizvajalca predmeta. Projektne naloge bodo razdeljene v zaključene sklope, v katerih bodo študenti samostojno obravnavali izbrane metode in algoritme. Vsak sklop projektne naloge bo zahteval poročilo in predstavitev pred ostalimi študenti. Pomemben del študija so diskusije v razredu. Vsak kandidat prav tako predstavi del teorije, ki se navezuje na projektno nalogo.	The course will be comprised of lectures and project assignments. Lectures will be given by the lecturer and the co-lecturer. Project assignment will be divided into self-contained parts, providing the framework for individual study of selected methods and algorithms. Each of the assignment parts will require written report and presentation/defense in front of other students. Important part of the study are discussions in the class. Each candidate also presents a theoretical topic related to the project assignment.

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Načini: projektna naloga, sodelovanje na predavanjih in diskusiji, ustni izpit Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Projektna naloga (samostojno delo) Sodelovanje na predavanjih, diskusija Ustni izpit		Type: Assignment (individual work), participation in lectures and discussion, oral exam Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Assignment (individual work) Participation in lectures and discussion Oral exam
Projektna naloga (samostojno delo)	70,00 %	Assignment (individual work)
Sodelovanje na predavanjih, diskusija	20,00 %	Participation in lectures and discussion
Ustni izpit	10,00 %	Oral exam

<b>Reference nosilca/Lecturer's references:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>KRISTAN, Matej, SULIĆ KENK, Vildana, KOVAČIČ, Stanislav, PERŠ, Janez. Fast image-based obstacle detection from unmanned surface vehicles. <i>IEEE transactions on cybernetics</i>, ISSN 2168-2267, Mar. 2016, vol. 46, no. 3, pp. 641-654.</li> <li>Mandeljc R, Kovačič S, Kristan M, Perš J (2013) Tracking by identification using computer vision and radio. <i>Sensors</i>, 13(1):241-273</li> <li>Sulić V, Perš J, Kristan M, Kovačič S (2011) Efficient feature distribution for object matching in visual-sensor networks. <i>IEEE Trans. Circuits Syst Video Technol</i> 21(7): 903-916</li> <li>Kristan M, Kovačič S, Leonardis A, Perš J (2010) A two-stage dynamic model for visual tracking. <i>IEEE Trans Syst Man Cybern B</i> 40(6):1505-1520</li> <li>Kristan M, Perš J, Perše M, Kovačič S (2009) Closed-world tracking of multiple interacting targets for indoor-sports applications. <i>Comput Vis Image Und</i> 113(5):598-611</li> </ol>



## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Tema doktorske disertacije  
**Course title:** Subject of the doctoral dissertation

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64866

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					250	10

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

**Vrsta predmeta/Course type:** obvezni/obligatory

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v doktorski študij.

**Prerequisites:**

Enrolment in the program.

**Vsebina:**

Študent izdela predlog teme doktorske disertacije, ki jo primerno razčleni in umesti v ožje področje njegovega raziskovalnega dela, predstavi pričakovane prispevke k znanosti, jih strokovno in metodološko utemelji ter podkrepi z začetnimi rezultati. Predlagano temo tudi javno predstavi.

**Content (Syllabus outline):**

Students should prepare the proposal of the subject of their doctoral dissertation, which includes an appropriate breakdown of the subject, its incorporation into the field of the research work, an indication of the expected contribution to science, which should be methodologically supported with initial results. Students present the subject of their dissertation in public.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

**Cilji in kompetence:**

**Objectives and competences:**

**Predvideni študijski rezultati:**

**Intended learning outcomes:**

**Metode poučevanja in učenja:**

**Learning and teaching methods:**

**Reference nosilca/Lecturer's references:**



# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Večpredstavne interaktivne 3D tehnologije  
**Course title:** Multimodal interactive 3D technologies

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64824

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30					95	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Matjaž Mihelj

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Vpis v letnik. Enrolment in the first year.

## Vsebina:

Psihofiziologija človekovega zaznavanja vidnih, zvočnih in kinestetičnih/taktilnih dražljajev; Metode modeliranja in renderiranja tridimenzionalnih dražljajev vseh treh modalnost (vidnih, zvočnih in haptičnih); Detekcija trka med kompleksnimi navideznimi objekti; Tehnologije za prostorski prikaz sintetiziranih dražljajev (stereoskopski in hologramski prikazovalniki, ustvarjanje prostorskega zvoka, haptični roboti za prikazovanje kinestetičnih in taktilnih informacij); Tehnologije in metode sledenja lege uporabnika, ki omogočajo interakcijo z okoljem in navigacijo v okolju; Obogatena resničnost kot interakcija z realnim in teleprisotnost kot interakcija z oddaljenim okoljem preko digitalnega medija; Analiza psihofizioloških odzivov uporabnika in načini adaptivnega prilagajanja navideznega okolja glede na psihofiziološko stanje uporabnika; Uporaba interaktivnih 3D tehnologij v dejavnostih, kot so načrtovanje izdelkov, proizvodnja, trženje in prodaja, arhitektura in oblikovanje, izobraževanje na osnovi interaktivnih 3D simulacij, medicina, raziskave in razvoj.

## Content (Syllabus outline):

Psychophysiology of human visual, auditory and haptic sensing; Methods for modelling and rendering of three-dimensional stimuli of all three modalities (visual, auditory and haptic); Collision detection between complex virtual objects; Technologies for spatial presentation of synthesized 3D stimuli (stereoscopic and holographic displays, spatial sound generation, haptic robots for presentation of kinaesthetic and tactile stimuli); Technologies and methods for user movement tracking that enable interaction with the environment and navigation within the environment; Augmented reality as interaction with real and telepresence as interaction with remote environment through digital medium; Analysis of users' psychophysiological responses and strategies for real time adaptation of virtual environment based on users' psychophysiological state; Use of interactive 3D technologies in areas such as product design, sales and marketing, architecture and design, education, medicine, research and development.

## Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Mihelj M, Podobnik J (2012) Haptics for Virtual Reality and Teleoperation, Springer, Berlin.
2. Mihelj M, Novak D, Beguš S (2013) Virtual Reality Technology and Applications, Springer, Berlin.
3. Furht B (2011) Handbook of Augmented Reality, Springer, Berlin.
4. Sherman W, Craig AB (2003) Understanding Virtual Reality, Morgan Kaufmann.

**Cilji in kompetence:**

Predmet omogoča študentu razumevanje interaktivnih 3D predstavitev, izvedbo interaktivnih 3D aplikacij in izbiro ustreznih tehnologij prikazovanja. Študent pridobi znanje o metodah in tehnologijah za interaktivno predstavitev 3D računalniško generiranih okolij s posredovanjem vizualnih, zvočnih in haptičnih dražljajev. Analizirani so učinki navideznih okolij na psihofiziološke odzive uporabnika in razložene metode ocenjevanja navidezne prisotnosti v realnem času. Znanje omogoča načrtovanje in izvedbo interaktivnih 3D simulacij in interaktivnih predstavitev za potrebe analize delovanja produktov, za izobraževanje na osnovi 3D simulacij (medicina), za potrebe trženja, zabave in drugih aplikacij. Poudarek je na interakcijah, ki zahtevajo fizičen stik s haptičnim robotom.

**Objectives and competences:**

The course enables the student to understand interactive 3D presentations, to design interactive 3D applications and to select adequate presentation technologies. It deals with methods and technologies for interactive presentations of three-dimensional computer generated environments by conveying visual, auditory and haptic stimuli. Analysed are effects of multimodal virtual environments on human psychophysiological state (immersion, presence) and presented are methods for assessment of psychophysiological responses in real-time. Students learn to design and implement interactive 3D simulations and interactive presentations used for functional product analysis, 3D simulation based learning (medicine), marketing applications, entertainment and other applications.

**Predvideni študijski rezultati:**

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:

- obravnavati psihofiziologijo človekovega zaznavanja dražljajev iz okolja,
- razviti metode vplivanja na psihofiziološke odzive človeka,
- razložiti večmodalno komunikacijo med človekom in napravo (robot, računalnik),
- sintetizirati vizualne, zvočne in haptične dražljaje za namen interakcije človeka z napravo,
- vrednotiti učinke umetno generiranih dražljajev na uporabnika,
- zgraditi interaktivne 3D aplikacije na področjih industrije, medicine in znanosti.

**Intended learning outcomes:**

After successful completion of the course, students should be able to:

- understand psychophysiology of human perception of environmental stimuli,
- develop methods for affecting psychophysiological human responses,
- explain multi-modal communication between human and machine (robot, computer),
- synthesise visual, auditory and haptic stimuli for the purpose of human-machine interaction,
- evaluate the effects of artificially generated stimuli on user,
- implement interactive 3D applications in industry, medicine and science.

**Metode poučevanja in učenja:**

Konzultacije in samostojno projektno delo.

**Learning and teaching methods:**

Consultations and individual project based work.

**Načini ocenjevanja:****Delež/Weight****Assessment:**

Način: samostojno delo in ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Rezultat samostojnega projektne dela. Ustni izpit na osnovi predavane snovi		Type: individual work and oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Result of individual project based work Oral exam based on lecture topics
Rezultat samostojnega projektne dela	70,00 %	Result of individual project based work
Ustni izpit na osnovi predavane snovi	30,00 %	Oral exam based on lecture topics

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

1. MIHELJ, Matjaž, PODOBNIK, Janez. Haptics for virtual reality and teleoperation, Springer, 2012.
2. MIHELJ, Matjaž, BAJD, Tadej, MUNIH, Marko. Vodenje robotov. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2011.
3. MIHELJ, Matjaž, NOVAK, Domen, MILAVEC, Maja, ZIHERL, Jaka, OLENŠEK, Andrej, MUNIH, Marko. Virtual rehabilitation environment using principles of intrinsic motivation and game design. Presence, ISSN 1054-7460. [Print ed.], Feb. 2012, vol. 21, no. 1, str. 1-15.
4. NOVAK, Domen, MIHELJ, Matjaž, ZIHERL, Jaka, OLENŠEK, Andrej, MUNIH, Marko. Psychophysiological measurements in a biooperative feedback loop for upper extremity rehabilitation. IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering, Aug. 2011, vol. 19, no. 4, str. 400-410.

5. JAKOPIN, Blaž, MIHELJ, Matjaž, MUNIH, Marko. An unobtrusive measurement method for assessing physiological response in physical human-robot interaction. IEEE transactions on human-machine systems, 2017, vol. 47, no. 7, str. 474-485.

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Virtualni merilni sistemi  
**Course title:** Virtual measurement systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64858

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	60			10	25	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Jovan Bojkovski

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

Priporočeno znanje osnov računalništva in matematike

**Prerequisites:**

Recommended knowledge of basics of computer science and mathematics

**Vsebina:**

- Osnovni koncept virtualnega merilnega instrumenta
- Programska orodja za izdelavo virtualnih merilnih instrumentov, grafično programiranje, koncept podatkovnega toka
- Strojna oprema za izdelavo virtualnih merilnih instrumentov, komunikacijska vodila, večfunkcijske vgradne kartice
- Osnove zajemanja podatkov
- Sintetični merilni instrumenti
- Krmiljenje virtualnih instrumentov preko TCP/IP omrežja
- Koncept celostnih rešitev za avtomatizacijo merilnega laboratorija na osnovi osrednje podatkovne baze
- Koncepti in dobra programerska praksa pri razvoju virtualnih merilnih instrumentov
- Metode za preskušanje in validacijo virtualnih merilnih instrumentov, Omejitve preskušanja programskih proizvodov
- Povezava med kakovostjo programske opreme in ostalimi standardi vezanimi na kakovost.
- Zanesljivost programske opreme: Definicija, primerjava zanesljivosti strojne in programske opreme, odpovedovanje programske opreme, stroški povezani z odpravljanjem napak, ocenjevanje zanesljivosti, predikcija zanesljivosti
- Napredne tehnike preskušanja programske opreme

**Content (Syllabus outline):**

- Basic concepts of virtual measurement instrument
- Software for programming virtual measurement instruments, graphical programming, data flow concept
- Hardware for virtual measurement instruments, communication bus, plug in data acquisition board
- Basic of data acquisition
- Synthetic measurement instruments
- Control of virtual instruments via TCP/IP network
- Automation of measurement laboratory based on the central database approach
- Development of Virtual instruments – good practice guides
- Methods of testing and validation of virtual measurement instruments, limitation of software testing
- Software quality and other quality standards
- Reliability of software
- Advanced software testing techniques
- How to prepare good test case
- Different testing methods
- Open source code and quality (Linux, BSD, Android, ...)

<ul style="list-style-type: none"> <li>Izbira testnih primerov: Metoda mejnih primerov, Metoda preskušanja poti, Naključna izbira, Ugibanje napak, Vzročno posledični diagram</li> <li>Vloga in razvoj programske opreme zasnovane na odprti kodi (Linux, BSD, Android...)</li> </ul>	
---	--

#### Temeljna literatura in viri/Readings:

<p>[1] Virtual Instrument no Virtual Reality but Real PC Based Measuring System, Vladimir Haasz et al, IEEE 2005</p> <p>[2] Virtual Instrumentation and Traditional Instruments, National instruments, 2012</p> <p>[3] Computerized Instrumentation, Tran Tien Lang, Wiley, 1991</p> <p>[4] Synthetic Instrumentation: Contemporary architectures and applications, Peter Pragastis et al, RF Design, 2004</p> <p>[5] Glenford J. Myers, Corey Sandler, Tom Badgett, and Todd M. Thomas: "The Art of Software Testing", John Wiley &amp; Sons, 2011</p> <p>[6] Debra S. Herrmann: "Software Safety and Reliability: Techniques, Approaches, and Standards of Key Industrial Sectors", Wiley-IEEE Computer Society Pr, 2000</p> <p>[7] P. Ciarlini, A.B. Forbes, F. Pavese, D. Richter: "Advanced Mathematical &amp; Computational Tools in Metrology IV,V,VI, VII, VIII and IX", World Scientific Publishing Co, 2000-2012</p> <p>[8] Ian Sommerville: "Software Engineering", Addison Wesley, 2011</p> <p>[9] ISO/IEC 25000 Software Engineering -- Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Guide to SquaRE, 2014</p>
---

#### Cilji in kompetence:

<p>Predstavljeni bodo osnovni koncepti virtualnega merilnega instrumenta in osnovni ter napredni načini ugotavljanja kakovosti programske opreme, koncepti in dobra programerska praksa pri razvoju virtualnih merilnih instrumentov, metode za preskušanje in validacijo virtualnih merilnih instrumentov, načini izbire testnih primerov, povezave med programsko opremo in standardi kakovosti, osnovni elementi programske opreme zasnovani na odprti kodi (Linux, BSD, Android licenca).</p>	<h4>Objectives and competences:</h4> <p>Basic concept of virtual measurement instrument, basic and advanced methods of software quality assurance, concepts and good programming practice, testing and validation of software methods, methods for preparing test cases, link between software quality and quality standards, Open source code and quality (Linux, BSD, Android, ...)</p>
---	---

#### Predvideni študijski rezultati:

<p>Znanje in razumevanje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Koncepta virtualnih merilnih instrumentov</li> <li>Grafičnih orodij za programiranje virtualnih merilnih instrumentov</li> <li>Različnih metod preskušanja programske opreme</li> </ul>	<h4>Intended learning outcomes:</h4> <p>Knowledge and understanding:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Concept of virtual measurement instruments</li> <li>Graphical software tools for programming virtual measurement instruments</li> <li>Different methods of software testing</li> </ul>
--	--

#### Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, seminar, samostojno delo	Learning and teaching methods: Lectures, seminar, individual work
--------------------------------------	--

#### Načini ocenjevanja:

Način	Delež/Weight	Assessment:
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt): Ustno izpraševanje Projekt		Type (examination, oral, coursework, project): Oral Project
Ustno izpraševanje	50,00 %	Oral
Projekt	50,00 %	Project

#### Reference nosilca/Lecturer's references:

<p>BATAGELJ V, ŽUŽEK V, DRNOVŠEK J, BOJKOVSKI J (2015) A numerical and experimental investigation of the heat losses in thermometric fixed-point cells. International journal of heat and mass transfer, vol. 85, pp. 321-335</p> <p>BATAGELJ V, BOJKOVSKI J, DRNOVŠEK J (2010) Accu-T-Cal 1.03.1. Ljubljana: Faculty of Electrical Engineering, Laboratory of Metrology and Quality, software</p>
--

BATAGELJ V, BOJKOVSKI J, DRNOVŠEK J (2008) Software integration in national measurement-standards laboratories. IET science, measurement & technology, vol. 2, no. 2, pp. 100-106

BOJKOVSKI J, DRNOVŠEK J, PUŠNIK I, TASIĆ T (2000) Automation of a precision temperature calibration laboratory. IEEE trans. instrum. meas., vol. 49, no. 3, pp. 596-601

BATAGELJ V, MIKLAVEC A, BOJKOVSKI J (2014) Validation of calculations in a digital thermometer firmware. International journal of thermophysics, vol. 35 , no. 3-4 , pp. 681-692,

# UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Zanesljivost v elektroenergetiki  
**Course title:** Reliability in electrical power engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 64810

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30	95					5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Marko Čepin

**Vrsta predmeta/Course type:** izbirni/elective

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina, Angleščina
Vaje/Tutorial:	

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

**Prerequisites:**

Vpis v letnik.

Enrolment into the program.

**Vsebina:**

Osnovni principi zanesljivosti, varnosti, tveganja in njihove medsebojne povezave. Osnove verjetnostnega računa, teorije množic in Boolove algebre. Merila zanesljivosti sistemov ter varnosti objektov in naprav. Kriteriji tveganja. Princip odločanja z upoštevanjem tveganja. Metode za ocenjevanje varnosti in zanesljivosti – teorija in primeri: verjetnost nepokrivanja porabe, indeksi distribucije (indeks povprečnega trajanja prekinitev napajanja v sistemu, indeks povprečne frekvence prekinitev napajanja v sistemu), efektivna zmožnost napajanja bremena, drevo odpovedi, drevo dogodkov. Odpovedi s skupnim vzrokom – metode in primeri. Izboljševanje zanesljivosti elektroenergetskih sistemov in postrojev: redundanca, neodvisnost in ločenost, raznolikost, varne odpovedi, načelo enojne odpovedi.

**Content (Syllabus outline):**

Basic principles of reliability, safety, risk and their mutual relationship.  
Basics of probability theory, set theory and Boolean algebra.  
Measures of reliability and safety of facilities and devices. Risk criteria. Risk informed decision making.  
Methods for assessment reliability and safety – theory and examples: loss of load probability, distribution indices (system average interruption frequency index, system average interruption duration index), effective load carrying capability, fault tree, event tree.  
Common cause failures – methods and examples.  
Improvement of reliability of power systems and devices: redundancy, independence, separation, fail-safe principle, single failure criterion.

**Temeljna literatura in viri/Readings:**

Čepin M. (2011) Assessment of Power System Reliability, Springer, 2011  
Čepin M. (2012) Advantages and difficulties with the application of methods of probabilistic safety assessment to the power systems reliability, Nuclear Engineering and Design, Vol. 246, pp 134-140  
Čepin M. (2011) Risk-informed decision-making related to the on-line maintenance, Nuclear engineering and design, Vol. 241, no. 4, pp 1114-1118  
Bricman Rejc Ž., Čepin M. (2013) Izboljšana metoda za oceno zanesljivosti proizvodnje v elektroenergetskem sistemu. Elektrotehniški vestnik, letn. 80, št. 1/2, str. 57-63  
Bricman Rejc Ž., Čepin M. (2014) An extension of Multiple Greek Letter method for common cause failures modelling. Journal of loss prevention in the process industries, vol. 29, str. 144-154

**Cilji in kompetence:**

Študent bo spoznal osnovne informacije o varnosti in zanesljivosti v elektroenergetiki. Soočil se bo z uporabo metod in kazalcev zanesljivosti. Pridobil bo znanje o pomenu zanesljivosti komponent in sistemov, ter o njihovem vplivu na varnost in ekonomičnost postrojev. Razvijal bo čut odgovornosti za zanesljivo in varno uporabo energije ter za spodbujanje varnostne kulture.

**Objectives and competences:**

Students will obtain basic information about safety and reliability in electrical power engineering. They will learn the basic methods and indices about assessment of reliability. They will get knowledge about importance of reliability of particular components and overall systems and their impact to safety and economics of specific facilities or systems. The safety culture will be emphasised and responsibility for safe and reliable use of energy will be stimulated.

**Predvideni študijski rezultati:**

Sposobnost ocene razmerja med izboljševanjem zanesljivosti in posledičnim povečevanjem stroškov. Kritična presoja smiselnosti vplivov investicij v realnih elektroenergetskih sistemih glede na izboljšanje kazalcev zanesljivosti.

**Intended learning outcomes:**

Ability of assessment of improvement of reliability with consequent increase of related costs. Judgement of efficiency of future investments to real power systems considering improvement of reliability indices and consequently increased costs.

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja ali individualne konzultacije, mentorstvo seminarske naloge

**Learning and teaching methods:**

Lectures or individual consultations, supervisor of seminar work

**Načini ocenjevanja:****Delež/Weight****Assessment:**

Seminar	50,00 %	Seminar
Ustni zagovor	50,00 %	Oral defence

**Reference nosilca/Lecturer's references:**

Čepin M. (2011) Assessment of Power System Reliability, Springer  
 Čepin M. (2012) Advantages and difficulties with the application of methods of probabilistic safety assessment to the power systems reliability, Nuclear Engineering and Design, Vol. 246, pp 134-140  
 Čepin M. (2011) Risk-informed decision-making related to the on-line maintenance, Nuclear engineering and design, Vol. 241, no. 4, pp 1114-1118  
 Bricman Rejc Ž., Čepin M. (2013) Izboljšana metoda za oceno zanesljivosti proizvodnje v elektroenergetskem sistemu. Elektrotehniški vestnik, letn. 80, št. 1/2, str. 57-63  
 Bricman Rejc Ž., Čepin M. (2014) An extension of Multiple Greek Letter method for common cause failures modelling. Journal of loss prevention in the process industries, vol. 29, str. 144-154