UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Akustika in ultrazvok
Course title:	Acoustics and Ultrasound

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64306

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Samo Beguš
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni splošni/elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Osnove fizikalne akustike, uho in zaznava zvoka. Človeški govor. Akustika prostorov, ozvočenje prostorov, gluha soba. Metode za zvočno izolacijo in dušenje. Zaščita pred hrupom. Mikrofon kot mehansko-električni akustični pretvornik. Govorna in glasbena snemanja. Zvočnik kot elektromehanski pretvornik. Modeliranje in simulacija akustičnih sistemov. Ultrazvočni pretvorniki. Digitalno procesiranje akustičnih signalov. Slepo ločevanje signalov, konvolucijsko mešanje, 'coctail-party' problem. Multimedijski sistemi, zvočni efekti, prostorski zvok, stiskanje avdio zapisov, protokol MIDI, algoritmi in standardi. AES3 standard. Merjenje lastnosti avdio sistemov. Naprave za reprodukcijo in snemanje zvoka, sistemi za redukcijo šuma in dinamika. Hrup in vibracije, fizikalne lastnosti hrupa in vibracij. Vpliv hrupa in vibracij na ljudi. Infrazvok. Meritve hrupa in vibracij.	Principles of physical acoustics, human ear and perception of sound. Human speech. Room acoustics, sound reinforcement systems, anechoic chamber. Sound isolation and sound damping. Protection against noise. Microphone as acoustic-to-electric transducer. Speech and music recording. Speaker as electric-to-acoustic transducer. Modelling and simulation of acoustic systems. Ultrasonic transducers. Digital processing of acoustic signals. Blind source separation, convolution mixing, cocktail-party problem. Multimedia systems, sound effects, spatial sound, audio recording compression, MIDI protocol, algorithms and standards, AES3 standard. Evaluation of digital systems. Devices for sound recording and reproduction, noise and dynamic reduction systems. Noise and vibrations. Physical characteristics of noise and vibrations. Noise and vibrations influence on people's health. Infrasound. Noise and vibration measurement.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Dale Ensminger, Leonard J. Bond, Ultrasonics: Fundamentals, Technologies, and Applications, CRC Press (Sept 2011).
2. David Howard and Jamie Angus, Acoustics and Psychoacoustics, Focal Press (Aug 2009).
3. Jens Blauert and Ning Xiang, Acoustics for Engineers: Troy Lectures, Springer (Jun 2009).
4. M. David Egan, Architectural Acoustics, J. Ross Publishing Classics (Jan 2007).
5. Thomas D. Rossing, Neville H. Fletcher: Principles of Vibration and Sound, Springer-Verlag (Jan 2004).

6. William M. Hartmann, Signals, Sound, and Sensation (Modern Acoustics and Signal Processing), American Institute of Physics (Sept 2004).

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študenti se pri predmetu spoznajo z osnovami akustike, elektroakustike, meritvami lastnosti avdio sistemov, merjenjem hrupa, ultrazvoka, vibracij ter procesiranja akustičnih signalov. Študenti izdelajo individualni seminar v obliki članka in ga predstavijo z nastopom pred avditorijem. Naučijo se samostojno iskati in izbirati vire (knjige, revije, članki, internet) in napisati članek v skladu z zahtevami za objavo v strokovni reviji.	Students learn about the basics of acoustics, electroacoustic, measurement of audio system parameters, noise measurement, ultrasound vibrations and acoustic signal processing. Students create an individual seminar in the form of an article and present it with an appearance in front of the auditorium. They learn to search independently and to select resources (books, magazines, articles, internet) and write an article in accordance with the requirements for publication in an expert magazine.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - poznati osnove akustike, elektroakustike in procesiranja akustičnih signalov - interpretirati in razložiti lastnosti akustičnih naprav in sistemov - izmeriti hrup in vibracije ter meritve interpretirati - poznati lastnosti in delovanje človekovega sluha - samostojno poiskati in interpretirati vire - napisati članek v skladu z zahtevami za objavo v strokovni reviji	After successful completion of the course, students should be able to: - have knowledge of fundamentals of acoustics, electroacoustics and audio signal processing - interpret and explain characteristics of acoustic devices and systems - measure noise and vibrations, interpret the results - have knowledge of human hearing system - independently search for and interpret resources - write an article in accordance with the requirements for publication in an expert magazine

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, praktični prikazi, priprava in predstavitev individualnega seminarja ali projekta.	Lectures, demonstrations, preparation and presentation of individual seminar or project.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: Ustni izpit, predstavitev seminarja ali projekta. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Opravljene laboratorijske vaje ter seminar ali projekt je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: Seminar ali projekt ustni izpit		Type: laboratory exercises, homework, project, written exam, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Finished laboratory exercises and seminar or project are prerequisites for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises or project oral examination
Seminar ali projekt	50,00 %	laboratory exercises or project
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BEGUŠ, Samo. Moderni pristopi k poučevanje akustike in ultrazvoka. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2013, letn. 80, št. 1/2, str. 27-33.
2. MIHELJ, Matjaž, NOVAK, Domen, BEGUŠ, Samo. Virtual reality technology and applications, (Intelligent systems, control and automation, vol. 68). Dordrecht [etc.]: Springer, [2013], cop. 2014.
3. KIM, Kiwoong, BEGUŠ, Samo, XIA, Hui, LEE, Seung-Kyun, JAZBINŠEK, Vojko, TRONTELJ, Zvonko, ROMALIS, Michael V. Multi-channel atomic magnetometer for magnetoencephalography: a configuration study. NeuroImage, ISSN 1053-8119, 1 Apr. 2014, vol. 89, str. 143-151.
4. BEGUŠ, Samo. Avdiologija in elektroakustika : gradivo za laboratorijske vaje. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za metrologijo in kakovost, 201 30 str.
5. BEGUŠ, Samo. Akustika in ultrazvok : gradivo za laboratorijske vaje. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za metrologijo in kakovost, 2015. 36 str.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Akustika v komunikacijah
Course title:	Acoustics in communications

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64256

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Jaka Sodnik
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni splošni/Elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Zvočno valovanje (vibracije, valovna enačba, impedanca, odboji, lomi, izvori zvoka). Psihoakustika (človeški slušni sistem, glasnost zvoka, frekvenčno in časovno maskiranje, kritični pasovi). Lokalizacija zvoka (dojemanje azimuta, elevacije, razdalje, prenosne funkcije glave, ITD, ILD). Akustika prostora (absorbcija in reverberacija, položaji zvočnikov in poslušalcev, vpliv različnih prostorov). Elektroakustika in transdukcija (zvočniki, mikrofoni, različni senzorji). Podvodna akustika (zvočno valovanje v vodi, hitrost valovanja, odboji, podvodna komunikacija, sonerji). Akustika v interakciji človek-stroj (akustični meniji, opozorilni sistemi, navigacija).	Sound waves (vibrations, wave equation, impedance, reflection, refraction, sound sources). Psychoacoustics (human auditory system, sound loudness, frequency and temporal masking, critical bands). Localization of sound (perception of azimuth, elevation, distance; head transfer functions, ITD, ILD). Spatial acoustics (absorption and reverberance, positions of speakers and listeners, the impact of different rooms). Electroacoustics and transduction (speakers, microphones, various sensors). Underwater acoustics (sound waves in water, the speed of sound, reflections, underwater communication, sonar). Acoustics in human-machine interaction (acoustic menus, warning systems, navigation).

Temeljna literatura in viri/Readings:

Kinsler, L.E., Frey, A.R., Coppens, A.B., Sanders, J. V. Fundamentals of Acoustics, John Wiley & Sons, 2000.
Everest, F.A. and Pohlmann, K.C. Master Handbook of Acoustics, The McGraw-Hill Companies, 2001.
Ballou, G.M. (Editor), Handbook for Sound Engineers, Elsevier, 2005.
Blauert, J. Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization, The MIT Press, 2001.
Rumsey, F. Spatial Audio, Elsevier, 2005.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Spoznavanje osnov akustike in zvoka kot pomembnega elementa v komunikaciji med ljudmi in v interakciji človek-stroj. Poudarek je tudi na spoznavanju osnovnih	Understanding basics of acoustics and sound as an important element in the communication between human beings and in the human-machine interaction.

fizikalnih značilnosti zvočnega valovanja v različnih medijih in različnih prostorih ter sposobnosti dojemanja in lokalizacije zvoka pri ljudeh. Spoznavanje osnov delovanja zvočnikov in mikrofonov kot temeljnih gradnikov večine telekomunikacijskih sistemov. Predstavitev t.i. podvodne akustike, delovanja različnih sonarjev in drugih senzorjev.	The emphasis is on learning about the basic physical characteristics of sound waves in different media and rooms and the ability of human comprehension and localization of sound. Understanding the basic principles of speakers and microphones as the fundamental building blocks of most telecommunication systems. Presentation of the so-called underwater acoustics, the operation of sonar and other sensors.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • opisati matematično ozadje področja vibracij, • opisati osnovne zakonitosti zvočnega valovanja, • razložiti propagacijske lastnosti zvočnega valovanja v različnih medijih, • razložiti mehanizme delovanja osnovne akustične opreme, • razložiti lastnosti in omejitve človeškega slušnega sistema in psihoakustike, • razložiti mehanizme lokalizacije zvoka pri človeku, opisati področja uporabe zvočnih signalov v interakciji človek-stroj.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe mathematical background of vibrations, • describe basic principles of acoustic wave, • explain propagation properties of acoustic wave in different mediums, • explain functional mechanisms of acoustic equipment, • explain properties and limitations of human auditory system, • explain mechanisms for human sound localization, • describe the use of acoustic signals in humanmachine interaction.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, in laboratorijske vaje, kjer nekaj problemov spozna tudi praktično in jih skuša v duhu timskega dela reševati.	Lectures in which the student is acquainted with the theoretical basics and lab work where the student meets the practical problems and solves them in the team.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena pisnega izpita je pogoj za pristop k ustnemu izpitu. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of written exam is a prerequisite for the oral exam. Contributions to the final grade: written exam oral examination
Pisni izpit	50,00 %	Written exam
Ustni izpit	50,00 %	Oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. SODNIK, Jaka, JAKUS, Grega, TOMAŽIČ, Sašo. The use of spatialized speech in auditory interfaces for computer users who are visually impaired. J. vis. impair. blind., Oct.-Nov. 2012, vol. 106, no. 10, str. 634-645.
2. SODNIK, Jaka, JAKUS, Grega, TOMAŽIČ, Sašo. Multiple spatial sounds in hierarchical menu navigation for visually impaired computer users. Int. j. human-comput. stud., Jan.-Feb. 2011, vol. 69, no. 1/2, str. 100-11
3. SODNIK, Jaka, DICKE, Christina, TOMAŽIČ, Sašo, BILLINGHURST, Mark. A user study of auditory versus visual interfaces for use while driving. Int. j. human-comput. stud., May 2008, vol. 66, no. 5, str. 318-332.
4. SODNIK, Jaka, SUŠNIK, Rudolf, TOMAŽIČ, Sašo. Principal components of non-individualized head related transfer functions significant for azimuth perception. Acta acustica united with Acustica, 2006, vol. 92, no. 1, str. 312-319.
5. SODNIK, Jaka, SUŠNIK, Rudolf, ŠTULAR, Mitja, TOMAŽIČ, Sašo. Spatial sound resolution of an interpolated HRIR library. Appl. Acoust.. [Print ed.], Nov. 2005, vol. 66, no. 11, str. 1219-1234.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Analiza in optimizacija vezij
Course title:	Circuit Analysis and Optimisation

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64225

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Tadej Tuma
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
1) Numerične metode sodobnih programskih orodij za analizo vezij: Modificirane vozliščne enačbe, LU razcep, Newton Raphsonova iteracijska metoda za nelinearna vezja, integracijski algoritmi za dinamična vezja, postopki za izkanje polov in ničel v kompleksnem prostoru. 2) Optimizacijski postopki: Sestavljanje kriterijske funkcije, neomejeni direktni optimizacijski postopki, kazenske funkcije. 3) Praktično laboratorijsko delo na realnih vezijh s programskim orodjem SPICE OPUS: uporaba vseh vrst analiz, ki jih ponuja orodje.	1) Contemporary numerical methods for analog circuit analysis: Modified nodal equations, LU decomposition, Newton Raphson iteration for nonlinear circuits, integration algorithms for dynamic circuits, pole zero analysis. 2) Optimization algorithms: setting up cost functions, direct optimization methods, penalty functions. 3) Hands-on laboratory work on real circuits with the SPICE OPUS tools: competent analyses.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. TUMA, Tadej, BÜRMEN, Arpad. Circuit simulation with SPICE OPUS : theory and practice, (Modeling and simulation in science, engineering and technology). Boston; Basel; Berlin: Birkhäuser, cop. 2009.
2. Spletna stran fakultetnega orodja www.spiceopus.si
3. BRATKOVIČ, Franc. Računalniško načrtovanje vezij, Občutljivost in optimizacija. 2. dopolnjena izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 1994. VII, 273 str.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Razumeti numerične metode za analizo analognih elektronskih vezij. Razumeti osnovna teoretična načela parameterske optimizacije. Spoznati splošnonamensko orodje za analizo in optimizacijo analognih elektronskih	Understanding numerical methods for analog circuit analysis. Understanding basic principles of parameter optimization. Practical hands-on laboratory work experience with SPICE OPUS analog circuit design tools.

vezij SPICE OPUS in pridobiti ustrezne izkušnje v okviru laboratorijskega dela.	

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni: • matematično izpeljati sistem enačb, ki popisuje poljubno linearno vezje • matematično izpeljati iterativne metode za reševanje nelinearnih vezij • matematično izpeljati integracijske metode za reševanje dinamičnih vezij • obrazložiti osnovni koncept parameterske optimizacije analognih vezij • v omejenem času analizirati poljubno srednje zahtevno analogno vezje z uporabo programa SPICE OPUS • opraviti zahtevnejšo ogliščno analizo poljubnega analognega vezja z uporabo skriptnega jezika NUTMEG	Upon successful completion of this course, the students should be able to: • mathematically derive an equation set representing any given linear circuit • mathematically derive iterative methods for solving nonlinear circuits • mathematically derive integration algorithms for solving dynamic circuits • explain the basic notion of parameter optimization of analog circuits • analyze any given medium complex analog circuit with SPICE OPUS in a limited amount of time • perform complex corner analysis of any given analog circuit by using the scripting language NUTMEG

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vodena diskusija, laboratorijsko skupinsko delo, samostojno seminarsko delo.	Lectures, discussion groups, laboratory project work (group and individual).

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
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: laboratorijske vaje ustni izpit		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 exercises oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. TUMA, Tadej, BÜRMEN, Arpad. Circuit simulation with SPICE OPUS : theory and practice, (Modeling and simulation in science, engineering and technology). Boston; Basel; Berlin: Birkhäuser, cop. 2009.
2. PUHAN, Janez, BÜRMEN, 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,
3. OLENŠEK, Jernej, BÜRMEN, 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.
4. BÜRMEN, 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.
5. 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

Predmet:	Analiza medicinskih slik
Course title:	Medical Image Analysis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64279

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Žiga Špiclin
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod: področja uporabe analize medicinskih slik. **Slikovno vodeni posegi**: slikovni in neslikovni sistemi za sledenje in navigacijo, načrtovanje in prikazovanje posegov, linearna in nelinearna poravnava pred-operativnih slik, modelov in načrtov posegov s pacientom in med-operativnimi slikami pacienta, vrednotenje zanesljivosti in točnosti posegov, področja uporabe slikovno vodenih posegov. **Razgradnja in kvantitativna analiza**: delitev in uporaba postopkov, prilagodljivo upragovljanje, razgradnja na osnovi odvodov, razgradnja s širjenjem, združevanjem in razdruževanjem področij, razgradnja na osnovi razvrščanja, razgradnja na osnovi poravnave modelov, opisovanje slik z matematičnimi in fizikalnimi modeli, opisovanje z osnovnimi komponentami, statistični modeli pojavnosti in oblike. **Računalniško podprta diagnostika:** izbira in izločanje značilnic, odločitvene funkcije, razvrščanje na osnovi mer razdalj in rojenja, statistično razvrščanje, mehko razvrščanje, nevronske mreže. Osnove ROC (receiver operating characteristics) analize. Področja uporabe računalniško podprte diagnostike.	**Introduction**: medical image analysis in clinical practice. **Image-guided medical procedures**: intrinsic and extrinsic information-based tracking and navigation, procedure planning and visualization, registration of pre- and intra-interventional imaging data, patient models and treatment plans, validation of registration methods, applications of image-guided procedures. **Segmentation and quantitative analysis**: classification and applicability of methods, thresholding, edge- and region-based techniques, model- and atlas-based methods, supervised and unsupervised methods, cluster-based, principal component analysis, statistical shape and appearance models. **Computer-aided diagnosis**: feature selection and extraction, decision functions, distance measures in cluster analysis, statistical classification, fuzzy classification, neural networks, receiver operating characteristics (ROC), demonstration of successful applications.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Thomas M. Deserno. Biomedical Image Processing. Springer, 201
2. Klaus D. Tonnies. Guide to Medical Image Analysis: Methods and Algorithms. Springer, 201

3. Wolfgang Birkfellner. Applied Medical Image Processing, Second Edition: A Basic Course. CRC Press; 2 edition, 2014.
4. Michael Fitzpatrick and Milan Sonka. Handbook of Medical Imaging, Volume 2. Medical Image Processing and Analysis (Parts 1 and 2) (SPIE Press Monograph Vol. PM80/SC), SPIE Publications; Reprint edition, 2009.
5. Terry Peters, Kevin Cleary. Image-Guided Interventions: Technology and Applications, Springer, 1st edition, 2008.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študenti bodo pridobili teoretična in praktična znanja iz kvantitativne analize medicinskih slik, ki je danes nepogrešljiva pri postavljanju diagnoze, načrtovanju, simulaciji in izvedbi posega ter pri spremljanju učinkov posega oziroma napredovanja bolezni. Študenti bodo sposobni zasnovati postopke predobdelave, razgradnje in kvantitativne analize ter postopke izločanja in vrednotenja slikovnih biomarkerjev za samodejno diagnostiko in vodenje medicinskih posegov na osnovi slikovnih podatkov.Zmožni bodo načrtati, zajeti in organizirati slikovno podatkovno zbirko in referenčne podatke in meritve in s temi podatki objektivno in kritično vrednotiti kakovost postopkov analize slik.	The students will obtain a theoretical and practical insight into the computational and mathematical methods in medical image processing and analysis. Student will be able to design automated methods for image enhancement and registration, segmentation and quantification of medical images, such as X-ray, CT, MRI, PET, etc., in the context of automatic image-based diagnosis and monitoring, and image-guided medical interventions. They will have the capacity to design, acquire and organize the imaging data and reference data and measurements and use this data to objectively and critically assess the quality of image analysis methods.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • našteti formate in razumeti strukturo zapisa medicinskih slik ter uporabljati orodja za njihovo interaktivno prikazovanje in obdelavo, • razločiti, modelirati in analizirati informacijo, ki je vsebovana v medicinskih slikah, • uporabiti to informacijo za napredno in izboljšano diagnostiko, zdravljenje in spremljanje učinkov zdravljenja ter napredovanja bolezni, • zasnovati postopke predobdelave, razgradnje in kvantitativne analize ter postopke izločanja in vrednotenja slikovnih biomarkerjev za samodejno diagnostiko in vodenje medicinskih posegov na osnovi slikovnih podatkov, • načrtati, zajeti in organizirati slikovno podatkovno zbirko in referenčne podatke in meritve in • s temi podatki objektivno in kritično vrednotiti kakovost postopkov analize slik.	After a successful completion of the course, students should be able to: • list medical image formats, understand their structure and use the tools for interactive visualization and processing, • resolve, model, and analyse information contained in medical images, • apply this information in order to advance and enhance diagnosis, treatment and monitoring of diseases through engineering techniques, • design automated methods for image enhancement and registration, segmentation and quantification of medical images, • design, acquire and organize the imaging data and reference data and measurements and • use this data to objectively and critically assess the quality of image analysis methods.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Idejno in teoretično zasnovopostopkov analize slik in primere uporabe študenti spoznajo na predavanjih, praktična znanja pa z reševanjem nalog na laboratorijskih vajah. Samozavest za samostojno reševanje problemov pridobijo z rednim tedenskim opravljanjem laboratorijskih vaj in seminarske naloge.	Theoretical foundations of automated methods and exemplar use cases are given during lectures, while practical skills are gained through lab works, weekly labwork assignements and individual seminar work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminarska naloga, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k pisnemu		Type: labwork, seminar work, written and oral exam. Negative grade 5, positive grades from 6 to 10. Positive evaluation of labwork is a prerequisite for the written exam. Written

izpitu. Pisni izpit se lahko opravi z izdelavo individualne seminarske naloge. Pozitivna ocena pisnega izpita oz. seminarske naloge je pogoj za pristop k ustnemu izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit/seminarska naloga ustni izpit		exam can be performed as individual seminar work. Positive evaluation of the written exam or the seminar is a prerequisite for the oral exam. Contributions to final grade: labwork written exam/seminar oral exam
laboratorijske vaje	35,00 %	labwork
pisni izpit/seminarska naloga	35,00 %	written exam/seminar
ustni izpit	30,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MITROVIĆ, Uroš, ŠPICLIN, Žiga, LIKAR, Boštjan, PERNUŠ, Franjo. 3D-2D registration of cerebral angiograms: a method and evaluation on clinical images. IEEE Tr Medical Imaging, 2013, vol. 32, no. 8, str. 1550-1563.
2. MITROVIĆ, Uroš, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. Simultaneous 3D-2D image registration and C-arm calibration : application to endovascular image-guided interventions. Medical physics, 2015, vol. 42, no. 11, str. 6433-6448.
3. GALIMZIANOVA, Alfiia, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. Stratified mixture modeling for segmentation of white-matter lesions in brain MR images. NeuroImage, 2016, vol. 124, pt. A, str. 1031-104
4. JERMAN, Tim, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. Blob enhancement and visualization for improved intracranial aneurysm detection. IEEE Tr Visualization and Computer Graphics, 2016, vol. 22, no. 6, str. 1705-1717.
5. LESJAK, Žiga, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. Validation of white-matter lesion change detection methods on a novel publicly available MRI image database. Neuroinformatics, 2016, vol. 14, no. 4, str. 403-420.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Analogna integrirana vezja in sistemi
Course title:	Analogue Integrated Circuits and Systems Design

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64228

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Anton Pleteršek
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
OSNOVNI PRINCIPI: predstavitev, pregled, primerjava in lastnosti modernih CMOS in BiCMOS tehnologij ter pasivni in aktivni gradniki osnovnega modula (upori, kondenzatorji, tuljave, diode, bipolarni transistorji, MOS transistorji itd.) ter njihovi nizkofrekvenčni in visokofrekvenčni modeli, ter modeli pri velikih in malih signalih. Projekcija lastnosti osnovnih elementov v nanometerske tehnologije pod 100 nm. NAČRTOVANJE: geometrije v izbrani tehnologiji ter načrtovalska pravila. Pregled orodij za načrtovanje ter njihova uporaba (shematski vnos, simulacija in optimizacija vezja, ročno in avtomatsko načrtovanje geometrije, verifikacija načrtovalskih pravil DRC in avtomatska primerjava sheme in geometrije. DIGITALNI GRADNIKI: logična vrata in sekvenčni gradniki na tranzistorskem nivoju. ANALOGNI IC VEZJA: Parametri vezij in omejitve, načrtovanje analognih gradnikov vezij (tokovna zrcala in izvori, tokovne in napetostne reference, diferencialne stopnje, izhodne stopnje, diferencialni ojačevalniki (stabilnost in kompenzacija), transkonduktančni ojačevalniki, primerjalniki, in kompleksa analogna vezja ter modeli. OSNOVNI ANALOGNI MODULI: Načrtovanje vezja osnovnih analognih modulov: osnovni SC in gmC modul, oscilatorji, regulatorji napetosti, RF vezja ter načrtovanje v tehnologijah pod 100nm, s poudarkom na nizki napajalni napetosti (pod 1V), nizki porabi moči (LPLV) in iskanju novih arhitektur vezij ob prisotnosti plazečih	BASIC PRINCIPLES of Integrated circuit technologies, CMOS, BiCMOS and comparison. Active and passive devices available in base-core module of the CMOS technology. Modeling and integration of passive devices like integrated inductors, focused on high frequency (RF). Parameters and devices performance comparison with scaled down technologies to 100nm and beyond. IC CIRCUIT DESIGN, circuit geometry, design rules, process documentation. Professional VLSI design CAD tools that composed of schematic and geometry entry, layout versus schematic verification, Circuit analysis (HSPICE), worst-case analysis. Chip geometry design, constrains, design rules (DRC), technology limitations, design for matching, high frequency layout, mixed signal layout guidelines BASIC OF DIGITAL design, sequential logic and gates on MOS device level. ANALOG circuit design: Requirements and constraints, basic guidelines. Basic building blocks like current mirrors, current and voltage references, bandgap reference sources, low noise amplifiers, power amplifiers, current and voltage comparators and their applications in more complex analog block design - RF circuits, oscillators, basic SC and gm_C modul. Focus on LPLV (low power, low voltage) circuit architectures, low supply voltage design hints and expected performances

tokov (primer DA in RFID v 40nm tehnologiji CMOS in zagotavljanje skladnosti z ISO/IEC standardi). VHODNO VHODNO/IZHODNE ENOTE: predstavitev ESD in thyristorskega efekta, EMC/EMI ter periferna vezja za zaščito.	(design for supply below 1V). Technologies limitations - focus on solutions in technologies below 100 nm and search for new architectures, suitable for integration in 40nm CMOS SoC (systems on chip - mix signal system – DA and RFID as an example and ISO/IEC compliance. I/O PERIPHERAL structures with focus on solutions for electrostatic discharge ESD, electromagnetic compatibility EMC, and robustness to latch-up.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. P.R. Gray, "Analysis and Design of Analog Integrated Circuits," John Wiley & Sons, Inc. 2001,
2. C. Tomazou, G. Moschytz, B. Golbert, "Trade-offs in Analog Circuit Design," Kluwer 200
3. R.J.Baker, "CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation, 2nd, Revised Edition," Wiley 2007,
4. A. Pleteršek, "Načrtovanje analognih integriranih vezij v tehnologijah CMOS in BiCMOS, " 2. Izpopolnjena izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2017,
5. Predavanja se posodabljajo vsako leto, so v ang. jeziku in so skupaj z nalogami na razpolago na spletni strani predmeta: http://lmfe.fe.uni-lj.si/wp-content/uploads/2016/03/lectures2010-2016.pdf
6. Priprave in vsebina laboratorijskih vaj se posodablja letno in je na razpolago na spletni strani predmeta: http://lmfe.fe.uni-lj.si/wp-content/uploads/2016/03/vaje-2014-16.pdf

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je pridobiti znanja s področja tehnologij in načrtovanja analognih integriranih vezji in VLSI sistemov. Poudarek je na lastnostih modernih tehnologij CMOS pod 100nm, ki so osnova za načrtovanje kvalitetnih analognih vezij in temeljni cilj - razmišljanje in iskanje rešitev.	This lecture builds the foundation for understanding the analogue integrated circuit design. The objective is to become familiar with the many technology fundamentals required to design high-performance analog circuits. This is training for thinking.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu so študentje zmožni: • *Predstaviti* rezultate laboratorijskega dela in raziskav. • *Rešiti* naloge z inženirskim pristopom. • *Pripraviti* standardno dokumentacijo za IC vezje ali sklop. • *Ovrednotiti* parametre analognih funkcijskih gradnikov. • *Razviti* analogni integrirani sklop z upoštevanjem električnih specifikacij in tehnoloških omejitev. • *Izbrati* najprimernejše tehnološke gradnike za realizacijo želenega IC sklopa. • *Presoditi* možnost rešitve v manometrskih tehnologijah CMOS.	Key skills and abilities after completion of the module: • *Present* the results of research and lab work. • Resolve tasks with an engineering approach • Construct standard Device Specification Documents. • *Evaluate* analog device parameters. • Develop an analog integrated circuit based on predefined electrical specifications and technological constraints. • Select the most suitable technological devices for the realization of the desired IC sub block. • Evaluate the suitability of solutions in manometer CMOS technologies.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanje z projekcijo in pisanje na tablo, gradivo pripravljeno v ANG jeziku, knjiga tudi v slovenskem jeziku. Vaje na programski opremi za načrtovanje VLSI vezij ob uporabi tehnološke podpore laboratorijske CAD opreme LMFE (350nm Xfab CMOS, 180nm tsmc) ter HSPICE simulatorja. Vsak študent dela vaje samostojno na svoji delovni postaji. Celotna predavanja temeljijo na razlagi kritičnih konceptov integracije VLSI brez komplicirane analize sistemov.	Lectures prepared in English, projected and board, literature in English and Slovene language; lab work in Linux environment, project oriented lab work and supported with real process technology (350nm Xfab, 180nm tsmc CMOS, supported by LMFE) and HSPICE simulator. Lab work based on individual work – each student owns its work station. This lecture attempts to present the critical underlying concepts of VLSI without overcomplicated circuit analyses.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Opravljene in pozitivno ocenjene vse vaje so pogoj za pristop k izpitu. Na oceno vpliva tudi splošno sodelovanje pri izvajanju predmeta. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in sodelovanje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Completed and positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Active collaboration may improve the final grade. Contributions to final grade: laboratory exercises and collaboration written exam oral examination
laboratorijske vaje in sodelovanje	40,00 %	laboratory exercises and collaboration
pisni izpit	35,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ROZMAN, Jernej. PLETERŠEK, Anton. Linear optical encoder system with sinusoidal signal distortion below -60 dB. *IEEE transactions on instrumentation and measurement*, ISSN 0018-9456, Jun. 2010, vol. 59, no. 6, str. 1544-1549.
2. PLETERŠEK, Anton, SOK, Mihael, TRONTELJ, Janez. Monitoring, control and diagnostics using RFID infrastructure. *Journal of medical systems*, ISSN 0148-5598, 2012, vol. 36, no. 6, str. 3733-3739.
3. PLETERŠEK, Anton, TRONTELJ, Janez. A self-mixing NMOS channel-detector optimized for mm-wave and THZ signals. *Journal of infrared, millimeter, and terahertz waves*, ISSN 1866-6892, 2012, vol. 33, no. 6, str. 615-626
4. TREBAR, Mira, LOTRIČ, Metka, FONDA, Irena, PLETERŠEK, Anton, KOVAČIČ, Kosta. RFID data loggers in fish supply chain traceability. *International journal of antennas and propagation (Online)*, ISSN 1687-5877, 2013, vol. 2013, str. 1-9
5. SUHADOLNIK, Nejc, SVETE, Tilen, PLETERŠEK, Anton. Enhanced environment interaction with use of RFID smart labels. *Sensors & transducers*, ISSN 1726-5479, Feb. 2016, vol. 197, no. 2, str. 28-33, ilustr. http://www.sensorsportal.com/HTML/DIGEST/february_2016/Vol_197/P_2795.pdf.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Antene in razširjanje valov
Course title:	Antennas and wave propagation

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64240

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Matjaž Vidmar

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Polvalovni dipol, izvedba usmerjene antene, Fraunhofer-jev pogoj za daljne polje, osnove meritev antenskih parametrov. Huygens-ov izvor, antenske odprtine, načrtovanje valovodnih lijakov, kvadratna napaka faze, popravljanje napake faze z zbiralno lečo, leče iz umetnih dielektrikov, antene z upočasnjenim valovanjem. Parabolično zrcalo, izračun gorišča, izbira izreza, osvetlitev zrcala, izkoristek osvetlitve odprtine, antene z več zrcali: Gregorijanska in Cassegrain. Skupine anten in njihovo načrtovanje, napajanje antenskih skupin, električno krmiljenje lastnosti. Polarizacija elektromagnetnega valovanja, definicija polarizacije antene, upoštevanje polarizacijske neusklajenosti v radijski zvezi. Toplotni šum, šumna temperatura antene, naravni izvori šuma na Zemlji in v vesolju. Fresnel-ove cone, razširjanje elektromagnetnega valovanja v prisotnosti naravnih ovir, zrcala in uklanjalniki, odmevna površina predmeta, enačba za domet radarja. Razširjanje elektromagnetnega valovanja v zemeljskem ozračju, absorpcija, lom in odboj v troposferi. Presih jakosti sprejema in popačenje radijskega kanala, statistika presiha, verjetnost izpada radijske zveze, raznoliki sprejem in oddaja.	Half-wave dipole, implementation of a directional antenna, Fraunhofer far field criteria, basic measurements of antenna parameters. Huygens source, antenna apertures, design of horn antennas, square phase error, phase-error correction with a collimating lens, lenses from artificial dielectrics, slow-wave structures. Parabolic mirror, computation of its focal point, selection of the section, mirror illumination, illumination efficiency, multiple-reflector antennas: Gregorian and Cassegrain. Antenna arrays and their design, array feeding networks, electrical array steering. Polarization of electromagnetic waves, definition of the antenna polarization, accounting for polarization mismatch in a radio link. Thermal noise, antenna noise temperature, natural noise sources on Earth and in the universe. Fresnel zones, propagation of radio waves in the presence of natural obstacles, mirrors and diffractors, radar cross-section, radar range equation. Propagation of electromagnetic waves in the Earth's atmosphere, absorption, refraction and reflection in the troposphere. Signal fading and channel distortion, fading statistics, link-failure probability, transmit and receive diversity.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J. D. Kraus, Antennas, McGraw-Hill, New York, 1950.
2. J. Budin, Razširjanje radijskih valov, FE, Ljubljana, 1975.

3. M. Vidmar, Sevanje in Razširjanje, Laboratorijske vaje, FE, Ljubljana 1998.
4. http://antena.fe.uni-lj.si/literatura/

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Spoznavanje osnovnih zakonitosti anten. Spoznavanje izvedbe usmerjenih anten. Spoznavanje sevanja porazdeljenih izvorov in toplotnega šuma. Spoznavanje razširjanja elektromagnetnega valovanja skozi zemeljsko ozračje ter v prisotnosti ovir. Spoznavanje pojava presiha sprejema in protiukrepov.	Learning fundamental antenna characteristics. Learning directional antenna design. Learning radiation from distributed sources and thermal noise. Learning electromagnetic-wave propagation through the atmosphere and in the presence of obstacles. Learning reception fading and related countermeasures.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - analizirati zahteve in možnosti radijske zveze v praznem prostoru - načrtovati preproste antene - izbrati primerno frekvenčno področje in ustrezne antene za določeno radijsko zvezo - graditi preproste skupine anten - izračunati slabljenje preprostih ovir v radijski zvezi - upoštevati učinke troposfere in ionosfere v radijski zvezi - izračunati verjetnost izpada radijske zveze - izračunati zmogljivost MIMO radijske zveze	After successful completion of the course, students should be able to: - analyze the requirements and possibilities of a free-space radio link - design simple antennas - select an appropriate frequency band and corresponding antennas for a certain radio link - build simple antenna arrays - compute simple obstacle losses in a radio link - consider tropospheric and ionospheric effects in a radio link - calculate the probabily of signal loss in a radio link - compute the capacity of a MIMO radio link

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, in laboratorijske vaje, kjer snov predavanj preveri s praktičnimi poskusi in naloge skuša reševati v duhu timskega dela.	Lectures for theoretical background and laboratory experiments to practically confirm the theory working in a team environment.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena pisnih tihih vaj in hkrati pozitivna ocena laboratorijskih vaj so pogoj za pozitivno končno oceno. Kandidat lahko popravi negativno oceno pisnih tihih vaj, negativno oceno laboratorijskih vaj oziroma izboljša skupno pozitivno končno oceno na neobveznem ustnem izpitu. Prispevki k oceni: pisne tihe vaje laboratorijske vaje ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, optional oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive grades of both written midterm exams and laboratory exercises are a prerequisite for a final positive grade. A negative grade of the written midterm exam and/or a negative grade of laboratory exercises can be corrected with an optional oral examination as well as improving a final positive grade. Contributions to final grade: written midterm exams laboratory exercises oral examination
pisne tihe vaje	50,00 %	written midterm exams
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
ustni izpit - po potrebi		oral examination - if required

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BOGATAJ, Luka, VIDMAR, Matjaž, BATAGELJ, Boštjan. Opto-electronic oscillator with quality multiplier. IEEE transactions on microwave theory and techniques, ISSN 0018-9480. [Print ed.], Feb. 2016, vol. 64, no. 2, str. 663-668.
2. TRATNIK, Jurij, LEMUT, Primož, VIDMAR, Matjaž. Time-transfer and synchronization equipment for high-performance particle accelerators = Prenos takta in sinhronizacijska oprema za visoko-zmogljive pospeševalnike osnovnih delcev. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, jun. 2012, letn. 42, št. 2, str. 115-12

3. STEED, Robert J., PAVLOVIČ, Leon, NAGLIČ, Luka, VIDMAR, Matjaž, et al. Hybrid integrated optical phase-lock loops for photonic terahertz sources. IEEE journal of selected topics in quantum electronics, ISSN 1077-260X. [Print ed.], Jan./Feb. 2011, vol. 17, no. 1, str. 210-217.
4. TRATNIK, Jurij, VIDMAR, Matjaž. 2.8 GHz - 5.7 GHz very fast UWB CCO using discrete-packaged SiGe RF transistors = 2,8 GHz - 5,7 GHz zelo hiter ultra širokopasoven tokovno krmiljen oscilator z diskretnimi SiGe RF tranzistorji. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2011, letn. 41, št. 1, str. 70-72.
5. RASPOR, Adam, VIDMAR, Matjaž. Two double-ring cavity antennas in 19-22 dBi directivity range. Electronics letters, ISSN 0013-5194. [Print ed.], Dec. 2009, vol. 45, no. 25, str. 1288-1289.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Avtomatizirani in virtualni merilni sistemi
Course title:	Automatized and virtual measurement systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64205

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Janko Drnovšek, Jovan Bojkovski

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni - strokovni/Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik predmeta. Pogoj za opravljanje pisnega/ustnega izpita so opravljene laboratorijske vaje in seminar	Enrolment in the year of the course. Prerequisite for approaching to written/oral exam are completed laboratory exercises and seminar

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
a) zgradba avtomatiziranih in virtualnih merilnih sistemov (komponente sistemov, omejitve, koraki pri načrtovanju, končna integracija) b) kvantizacija in analogno-digitalne pretvorbe (teoretična obravnava, praktična izvedba, prezentacija različnih načinov analogno-digitalne pretvorbe ter vpliv na merilni signal) c) komunikacijski vmesniki (računalniški, industrijski, hitrost, doseg, odpornost na motnje, število merilnih instrumentov na vodilu) d) programska in razvojna orodja za avtomatizacijo merjenj (klasična orodja, grafično programiranje, podatkovno in dogodkovno gnana programska orodja) e) strojna oprema (zahteve za avtomatizacijo, integracija, motnje in odpravljanje motenj) f) kakovost merilne programske opreme (preskušanje kakovosti programske opreme, metoda črne in prozorne škatle, omejitve pri preskušanju, praktični primeri)	a) structure of automatized and virtual measurement systems (system components, limitations, design steps, integration of the measurement system) b) quantization and analogue to digital conversion (theory, practical implementation, presentation of different A/D conversions with their influences to the measurement signal) c) communication interfaces (computer, industrial, speed, distance, fault tolerance, number of instruments on the bus) d) software and development tools for automation of measurements (classical tools, graphical programming, data and event driven software) e) hardware (requirements, integration, noise generation and troubleshooting) f) software quality (software testing, black and white box, testing limitation, practical examples)

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Drnovšek, J.; Bojkovski, J, Batagelj, V.: Avtomatizirani in virtualni merilni sistemi, Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko 2016
2. Lang, T.T: Computerized Instrumentation. New York: John Wiley & Sons Inc. 1991
3. Carr, J.J.: Elements of Electronic Instrumentation and Measurement. izdaja. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall. 1996

4. Morris, A.S.: The essence of measurement. London, New York: Prentice-Hall. 1996
5. Lang, T.T: Electronics of measuring systems. Chichester, New York: John Wiley & Sons Inc. 1994
6. Bentley, J.P.: Principles of Measurement Systems. 3. izdaja. New York: John Wiley & Sons Inc. 1995
7. Morris, A.S.: Measurement and Instrumentation Principles. Oxford: Butterworth-Heinemann. 2001
8. Regtien, P.P.L.: Measurement Science for Engineers. London, Sterling: Kogan Page Science. 2004

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta Avtomatizirani in virtualni merilni sistemi je spoznati vse gradnike sodobnih merilnih sistemov in ustrezno programsko opremo. V sklopu predmeta se študent seznani z komunikacijskimi vmesniki (serijski, paralelni), ki so najbolj zastopljeni v industrijskih procesih. Predmet daje bistvene zahteve digitalne obdelave signalov z metrološkega stališča, kot tudi informira o razvojnih okoljih za avtomatizacijo merjenj v industrijskih in raziskovalnih okoljih. Hkrati se študent podrobno spozna sodobne "vizualne jezike" in virtualne merilne instrumente ter njihovo uporabno vrednost. Študent ugotovi ključne parametre pri zagotavljanju kakovosti merilne programske opreme	The objective of the course Automatized and virtual measurement systems is to understand all important parts of measurement systems and appropriate software. In scope of the course, the student is introduced to serial and parallel interfaces (laboratory and industrial measurement processes). The course contains information regarding digital signal processing in metrology as well as development tools for automation of measurements in industrial and research. In parallel, modern virtual programming languages and their implementation are discussed. Student identify key parameters of quality assurance of software measurement equipment

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • Definirati, zasnovati in izvesti merilni sistem na različnih področjih • Opredeliti pojem virtualnih merilnih sistemov zgrajenih s pomočjo "vizualnih" jezikov in drugih sodobnih programskih orodij • Uporabiti in implementirati razvite rešitve v realnem okolju na različnih področjih • Prepoznati osnovne pojme iz kakovosti merilne programske opreme	After successful completion of the course, students should be able to: • Define, design and implement automatized and virtual measurement systems in different areas • Specify how virtual measuring systems are made using modern virtual programming languages • Use and implement developed solutions in real environment and different areas • Recognise basic elements of software quality

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
V okviru predavanja so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij avtomatiziranih virtualnih merilnih sistemov, skupaj s prikazom rešitev enostavnih praktičnih primerov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj in seminarja. Te so zasnovane v več delih, v katerih se študentje postopoma seznanjajo s problemom in avtomatiziranimi merilnimi sistemi. Gre za praktično delo samostojnega reševanja (maksimalno dva študenta) merilnih problemov od identifikacije, definicije do realizacije. Ob koncu semestra študentje poročajo ter predstavijo končne rezultate vaj in seminarja.	In scope of the lectures the theoretical background on particular subjects related to automatized and virtual measurement systems together with presentation of simple practical examples is given. A complete study material is available to the students. Practical work is being performed in the laboratory environment and seminar, and is accomplished in steps acquainting students with the problem and automatized and virtual measurement system. The problem is identified, defined and solved in appropriate steps. Project group is consisted of maximum two students, who accomplish the automatized and virtual measurement systems in different environments and areas. At the end of semester, students report on their results of laboratory exercises and seminar.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminar, pisni izpit, ustni izpit Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k pisnem		Type: laboratory exercises, seminar, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the

in ustnemu izpitu Prispevki k oceni: • laboratorijske vaje in seminar, • pisni izpit, • ustni izpit.		written and oral exam. Contributions to final grade: • laboratory exercises and seminar, • Written exam, • Oral examination.
Laboratorijske vaje in seminar	50,00 %	Laboratory exercises and seminar
Pisni izpit	25,00 %	Written exam
Ustni izpit	25,00 %	Oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BEGUŠ, Samo, BOJKOVSKI, Jovan, DRNOVŠEK, Janko, GERŠAK, Gregor. Magnetic effects on thermocouples. Measurement science & technology, 2014, vol. 3, no. 25, str. 1-1
2. MIKLAVEC, Andraž, PUŠNIK, Igor, BATAGELJ, Valentin, DRNOVŠEK, Janko. A large aperture blackbody bath for calibration of thermal imagers. Measurement science & technology, 2013, vol. 2, no. 24, str. 1-8.
3. BATAGELJ, Valentin, MIKLAVEC, Andraž, BOJKOVSKI, Jovan. Validation of calculations in a digital thermometer firmware, International journal of thermophysics, vol. 35, issue 3-4, April 2014, New York: Plenum Press, 2014, str. 681-692.
4. ŽUŽEK, Vincencij, BATAGELJ, Valentin, DRNOVŠEK, Janko, BOJKOVSKI, Jovan. Effect of bushings in thermometric fixed-point cells. Measurement, Jan. 2016, vol. 78, str. 289-295.
5. BATAGELJ, Valentin, ŽUŽEK, Vincencij, DRNOVŠEK, Janko, BOJKOVSKI, Jovan. A numerical and experimental investigation of the heat losses in thermometric fixed-point cells. International journal of heat and mass transfer, Jun. 2015, vol. 85, str. 321-335, ilustr

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Avtomatizirani in virtualni merilni sistemi
Course title:	Automatized and virtual measurement systems

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64205

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Janko Drnovšek, Jovan Bojkovski
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni - strokovni/Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik predmeta. Pogoj za opravljanje pisnega/ustnega izpita so opravljene laboratorijske vaje in seminar	Enrolment in the year of the course. Prerequisite for approaching to written/oral exam are completed laboratory exercises and seminar

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
a) zgradba avtomatiziranih in virtualnih merilnih sistemov (komponente sistemov, omejitve, koraki pri načrtovanju, končna integracija) b) kvantizacija in analogno-digitalne pretvorbe (teoretična obravnava, praktična izvedba, prezentacija različnih načinov analogno-digitalne pretvorbe ter vpliv na merilni signal) c) komunikacijski vmesniki (računalniški, industrijski, hitrost, doseg, odpornost na motnje, število merilnih instrumentov na vodilu) d) programska in razvojna orodja za avtomatizacijo merjenj (klasična orodja, grafično programiranje, podatkovno in dogodkovno gnana programska orodja) e) strojna oprema (zahteve za avtomatizacijo, integracija, motnje in odpravljanje motenj) f) kakovost merilne programske opreme (preskušanje kakovosti programske opreme, metoda črne in prozorne škatle, omejitve pri preskušanju, praktični primeri)	a) structure of automatized and virtual measurement systems (system components, limitations, design steps, integration of the measurement system) b) quantization and analogue to digital conversion (theory, practical implementation, presentation of different A/D conversions with their influences to the measurement signal) c) communication interfaces (computer, industrial, speed, distance, fault tolerance, number of instruments on the bus) d) software and development tools for automation of measurements (classical tools, graphical programming, data and event driven software) e) hardware (requirements, integration, noise generation and troubleshooting) f) software quality (software testing, black and white box, testing limitation, practical examples)

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Drnovšek, J.; Bojkovski, J, Batagelj, V.: Avtomatizirani in virtualni merilni sistemi, Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko 2016
2. Lang, T.T: Computerized Instrumentation. New York: John Wiley & Sons Inc. 1991
3. Carr, J.J.: Elements of Electronic Instrumentation and Measurement. izdaja. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall. 1996

4. Morris, A.S.: The essence of measurement. London, New York: Prentice-Hall. 1996
5. Lang, T.T: Electronics of measuring systems. Chichester, New York: John Wiley & Sons Inc. 1994
6. Bentley, J.P.: Principles of Measurement Systems. 3. izdaja. New York: John Wiley & Sons Inc. 1995
7. Morris, A.S.: Measurement and Instrumentation Principles. Oxford: Butterworth-Heinemann. 2001
8. Regtien, P.P.L.: Measurement Science for Engineers. London, Sterling: Kogan Page Science. 2004

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta Avtomatizirani in virtualni merilni sistemi je spoznati vse gradnike sodobnih merilnih sistemov in ustrezno programsko opremo. V sklopu predmeta se študent seznani z komunikacijskimi vmesniki (serijski, paralelni), ki so najbolj zastopljeni v industrijskih procesih. Predmet daje bistvene zahteve digitalne obdelave signalov z metrološkega stališča, kot tudi informira o razvojnih okoljih za avtomatizacijo merjenj v industrijskih in raziskovalnih okoljih. Hkrati se študent podrobno spozna sodobne "vizualne jezike" in virtualne merilne instrumente ter njihovo uporabno vrednost. Študent ugotovi ključne parametre pri zagotavljanju kakovosti merilne programske opreme	The objective of the course Automatized and virtual measurement systems is to understand all important parts of measurement systems and appropriate software. In scope of the course, the student is introduced to serial and parallel interfaces (laboratory and industrial measurement processes). The course contains information regarding digital signal processing in metrology as well as development tools for automation of measurements in industrial and research. In parallel, modern virtual programming languages and their implementation are discussed. Student identify key parameters of quality assurance of software measurement equipment

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • Definirati, zasnovati in izvesti merilni sistem na različnih področjih • Opredeliti pojem virtualnih merilnih sistemov zgrajenih s pomočjo "vizualnih" jezikov in drugih sodobnih programskih orodij • Uporabiti in implementirati razvite rešitve v realnem okolju na različnih področjih • Prepoznati osnovne pojme iz kakovosti merilne programske opreme	After successful completion of the course, students should be able to: • Define, design and implement automatized and virtual measurement systems in different areas • Specify how virtual measuring systems are made using modern virtual programming languages • Use and implement developed solutions in real environment and different areas • Recognise basic elements of software quality

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
V okviru predavanja so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij avtomatiziranih virtualnih merilnih sistemov, skupaj s prikazom rešitev enostavnih praktičnih primerov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj in seminarja. Te so zasnovane v več delih, v katerih se študentje postopoma seznanjajo s problemom in avtomatiziranimi merilnimi sistemi. Gre za praktično delo samostojnega reševanja (maksimalno dva študenta) merilnih problemov od identifikacije, definicije do realizacije. Ob koncu semestra študentje poročajo ter predstavijo končne rezultate vaj in seminarja.	In scope of the lectures the theoretical background on particular subjects related to automatized and virtual measurement systems together with presentation of simple practical examples is given. A complete study material is available to the students. Practical work is being performed in the laboratory environment and seminar, and is accomplished in steps acquainting students with the problem and automatized and virtual measurement system. The problem is identified, defined and solved in appropriate steps. Project group is consisted of maximum two students, who accomplish the automatized and virtual measurement systems in different environments and areas. At the end of semester, students report on their results of laboratory exercises and seminar.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminar, pisni izpit, ustni izpit Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k pisnem		Type: laboratory exercises, seminar, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the

in ustnemu izpitu Prispevki k oceni: • laboratorijske vaje in seminar, • pisni izpit, • ustni izpit.		written and oral exam. Contributions to final grade: • laboratory exercises and seminar, • Written exam, • Oral examination.
Laboratorijske vaje in seminar	50,00 %	Laboratory exercises and seminar
Pisni izpit	25,00 %	Written exam
Ustni izpit	25,00 %	Oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BEGUŠ, Samo, BOJKOVSKI, Jovan, DRNOVŠEK, Janko, GERŠAK, Gregor. Magnetic effects on thermocouples. Measurement science & technology, 2014, vol. 3, no. 25, str. 1-1
2. MIKLAVEC, Andraž, PUŠNIK, Igor, BATAGELJ, Valentin, DRNOVŠEK, Janko. A large aperture blackbody bath for calibration of thermal imagers. Measurement science & technology, 2013, vol. 2, no. 24, str. 1-8.
3. BATAGELJ, Valentin, MIKLAVEC, Andraž, BOJKOVSKI, Jovan. Validation of calculations in a digital thermometer firmware, International journal of thermophysics, vol. 35, issue 3-4, April 2014, New York: Plenum Press, 2014, str. 681-692.
4. ŽUŽEK, Vincencij, BATAGELJ, Valentin, DRNOVŠEK, Janko, BOJKOVSKI, Jovan. Effect of bushings in thermometric fixed-point cells. Measurement, Jan. 2016, vol. 78, str. 289-295.
5. BATAGELJ, Valentin, ŽUŽEK, Vincencij, DRNOVŠEK, Janko, BOJKOVSKI, Jovan. A numerical and experimental investigation of the heat losses in thermometric fixed-point cells. International journal of heat and mass transfer, Jun. 2015, vol. 85, str. 321-335, ilustr

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Avtonomni mobilni sistemi
Course title:	Autonomous Mobile Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64272

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Gregor Klančar
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni – strokovni /compulsory - professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta Končana 1. stopnja, priporočljivo naravoslovno tehniške usmeritve. Slednje vključuje osnovna znanja iz: • Matematike: geometrijske transformacije, osnove verjetnosti (Bayesovo pravilo, funkcija gostote verjetnosti, normalna porazdelitev), matrične operacije, numerične metode za navadne diferencialne enačbe. • Dinamični linearni sistemi: predstavitve modelov (prostor stanj, prenosna funkcija, diferencialna enačba), osnove zaprtozančnega vodenja. • Dinamika gibanja togih teles • Izkušnje iz programiranja v okolju Matlab in C/C++	Enrolment in the year of the course Finished 1. level of the Study programme, recommended from natural scientist field. This should cover the basics knowledge of: • Mathematics: geometric translations, vector operations, basics of probability (Bayes rule, probability density, functions, normal distribution), matrix operations, numerical methods for ordinary differential equations. • Dynamic linear systems: model presentations (state space, transfer function, differential equation), basics of closed loop control. • Basics of rigid body motion description • Programming experiences in Matlab and C/C++

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Pregled avtonomnih mobilnih sistemov in definicija pojma agent, obravnava teh sistemov glede na lastnosti kot so: avtonomija, mobilnosti, načini delovanja agentov, strukture sistemov, pogonski mehanizem, cilji, zaznavanje in interakcije z zunanjim svetom in področja uporabe. Arhitektura agentov in primeri načrtovanja. Večagentni sistemi (Multi-Agent Systems) kot pod-področje umetne inteligence, predstavitev principov za gradnjo kompleksnih sistemov s pomočjo osnovnih entitet - agentov. Možna področja uporabe, delitve glede na različne lastnosti in zmožnosti ter prednosti in slabosti uporabe takih sistemov. Modeliranje kinematike, omejitev gibanja in dinamičnih lastnosti mobilnih sistemov. Prikaz na praktičnih primerih mobilnih sistemov.	Overview of autonomous mobile systems and definition of the agent concept. Categorization of such systems regarding their properties such as: autonomy, mobility, different agent performance, systems structures, driving mechanism, goals, sensing and interactions with environment and areas of applicability. Agent's architecture and some examples of construction. Multi-Agent Systems (MAS) as a subfield of artificial intelligence, introduction of principles for complex systems construction using agents as basic entities. Possible areas of applications, classification based on different properties and capabilities and properties and disadvantages of such system usage.

Različni pristopi vodenja mobilnih sistemov, metode planiranja poti in izogibanja ovir. Vodenje po poziciji, orientaciji, v želeno lego po poti ali trajektoriji. Metode planiranja gibanja, optimalne poti v znanem okolju. Uporabna senzorika v avtonomnih mobilnih sistemih za namen vodenja in navigacije. Osnovni principi delovanja senzorjev in namen njihove uporabe. Osnovne metode integracije informacij več senzorjev kot so Kalmanov filter, filter delcev in podobni. • Navigacija, gradnja zemljevida neznanega okolja, lokalizacija na osnovi informacij senzorjev in znanega zemljevida okolja, simultana lokalizacija in gradnja zemljevida. Prikaz različnih pristopov z nazornimi demonstracijskimi primeri.	Modeling of kinematic, motion constraints and dynamic properties of mobile systems. Demonstration on practical examples of mobile systems. Different approaches for control of mobile systems, motion planning and obstacle avoidance. Control to desired position, orientation, pose, following desired path or trajectory. Motion planning methods, optimal path search in known environment. Sensors used in mobile robotics systems, their principles of operation and usage. Sensors fusion methods such as Kalman filter, particle filter and the like. • Navigation, mapping of unknown environment, localization using sensor information and environment map, simultaneous localization and mapping (SLAM). Different approaches demonstration using clear examples.

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.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je predstaviti avtonomne mobilne sisteme ter študentu podati osnovna znanja, ki so potrebna za razvoj avtonomnih mobilnih robotov. Predmet vključuje področja mobilne robotike z ilustracijo na primerih ter postopki njihovih načrtovanj. Predmet daje teoretične osnove metod modeliranja, analize in vodenja mobilnih sistemov, planiranje poti, uporabo senzorike, načinov obdelave informacij pri lokalizaciji in kartiranju okolice ter večagentnih sistemov. Za bolj celovito razumevanje področja so opisani številni izzivi in probleme s katerimi se srečujemo pri prenosu teoretičnih rešitev v prakso. Študent osvojeno teoretično znanje preveri in utrdi na številnih praktičnih primerih načrtovanja mobilnih platform v okviru laboratorijskih vaj. Študent se spozna tudi z nekaterimi programskimi okolji in njihovo uporabnostjo v podporo obravnavani tematiki.	The objective of the course is to introduce autonomous mobile systems and to give students basic knowledge required to develop autonomous mobile robots. This course includes areas of mobile robotics with illustrative examples and algorithms for their design. This course include basic theoretic knowledge of methods for modeling, analysis and control of mobile systems, path planning, use of sensors, methods for information processing in localization and environment mapping and multi-agent systems. For a more comprehensive understanding of the field, a number of challenges and problems that we encounter in practice are described. Within laboratory work while designing mobile platforms student can examine and consolidates the obtained theoretical knowledge. Student also gets familiar with some of the programming environments and their applicability to the subject.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • razumeti in uporabljati osnovne znanja iz področja avtonomnih mobilnih sistemov,	After successful completion of the course, students should be able to: • understand and use basic knowledge from the autonomous mobile system area,

• determiti kinematični model mobilne robotske platforme ter ga uporabiti pri načrtovanju vodenja, planiranja poti in lokalizaciji, • uporabiti senzorje, optimalno združevati informacijo dobljeno iz več virov, • izvedba filtrov za lokalizacijo v prostoru, • načrtati algoritem vodenja za sledenje želeni poti in dosego cilja ob prisotnosti motenj, • napisati algoritem planiranja poti, ki samostojno poišče varno pot do cilja v podanem zemljevidu, • izvedba sistema odločanja in delovanja mobilne robotske platforme, • razložiti mehanizme delovanja večagentnih sistemov, • dobiti pregled možnih aplikacij avtonomnih sistemov.	• derive kinematic model of a mobile robot platform and use it for development of control, path planning and localisation, • use sensors and optimally fuse information obtained from more sources, • develop filters for localisation in environment, • write a control algorithm for desired path following, which can safely find the way to the goal at present disturbances, • develop path planning algorithms which can automatically find safe path in a given map, • implementation of the reasoning system for mobile platform, • explain the mechanisms of multiagent systems operation, • have the overview of possible applications of autonomous systems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom rešitev enostavnih praktičnih primerov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj. Te so zasnovane projektno v več delih, v katerih se študentje postopoma seznanjajo s problemom in opremo. Projektno skupino sestavljata dva študenta, ki napišeta svoje algoritme za vodenje mobilne robotske platforme, zaznavanje okolje in lokalizacije v njem, načrtovanje poti gibanja in izogibanju trkov ter nek sistem odločanja, ki omogoča avtonomnost robota pri opravljanju zadane naloge (npr. avtonomni dostavi, vožnji v prometu, kartiranju oklice, itd.) Ob koncu semestra študentje poročajo o končnih rezultatih s primerjavo izsledkov iz literature.	The lectures provide a theoretical background on particular subjects together with presentation of simple practical examples. A complete study material is available to the students. Practical work is being performed in the laboratory environment, and is accomplished in steps acquainting students with the problem and instrumentation. Project group is consisted of two students who program their own algorithms for control of mobile robot platform, environment detection, localization in environment, motion path planning, obstacle avoidance, and reasoning system that enables robot autonomy at performing given tasks (e.g. autonomous delivery, driving in traffic, environment mapping, etc.) At the end of semester, students report on their results together with comparison to the results from the literature.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje in projekt, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in projekt pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises and project, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises and project written exam oral examination
laboratorijske vaje in projekt	30,00 %	laboratory exercises and project
pisni izpit	30,00 %	written exam
ustni izpit	40,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KLANČAR, Gregor, TESLIĆ, 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:	Avtonomni mobilni sistemi
Course title:	Autonomous Mobile Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64272

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Gregor Klančar
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni – strokovni /compulsory - professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik predmeta Končana 1. stopnja, priporočljivo naravoslovno tehniške usmeritve. Slednje vključuje osnovna znanja iz: • Matematike: geometrijske transformacije, osnove verjetnosti (Bayesovo pravilo, funkcija gostote verjetnosti, normalna porazdelitev), matrične operacije, numerične metode za navadne diferencialne enačbe. • Dinamični linearni sistemi: predstavitve modelov (prostor stanj, prenosna funkcija, diferencialna enačba), osnove zaprtozančnega vodenja. • Dinamika gibanja togih teles • Izkušnje iz programiranja v okolju Matlab in C/C++	Enrolment in the year of the course Finished 1. level of the Study programme, recommended from natural scientist field. This should cover the basics knowledge of: • Mathematics: geometric translations, vector operations, basics of probability (Bayes rule, probability density, functions, normal distribution), matrix operations, numerical methods for ordinary differential equations. • Dynamic linear systems: model presentations (state space, transfer function, differential equation), basics of closed loop control. • Basics of rigid body motion description • Programming experiences in Matlab and C/C++

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Pregled avtonomnih mobilnih sistemov in definicija pojma agent, obravnava teh sistemov glede na lastnosti kot so: avtonomija, mobilnosti, načini delovanja agentov, strukture sistemov, pogonski mehanizem, cilji, zaznavanje in interakcije z zunanjim svetom in področja uporabe. Arhitektura agentov in primeri načrtovanja. Večagentni sistemi (Multi-Agent Systems) kot pod-področje umetne inteligence, predstavitev principov za gradnjo kompleksnih sistemov s pomočjo osnovnih entitet - agentov. Možna področja uporabe, delitve glede na različne lastnosti in zmožnosti ter prednosti in slabosti uporabe takih sistemov. Modeliranje kinematike, omejitev gibanja in dinamičnih lastnosti mobilnih sistemov. Prikaz na praktičnih primerih mobilnih sistemov.	Overview of autonomous mobile systems and definition of the agent concept. Categorization of such systems regarding their properties such as: autonomy, mobility, different agent performance, systems structures, driving mechanism, goals, sensing and interactions with environment and areas of applicability. Agent's architecture and some examples of construction. Multi-Agent Systems (MAS) as a subfield of artificial intelligence, introduction of principles for complex systems construction using agents as basic entities. Possible areas of applications, classification based on different properties and capabilities and properties and disadvantages of such system usage.

Različni pristopi vodenja mobilnih sistemov, metode planiranja poti in izogibanja ovir. Vodenje po poziciji, orientaciji, v želeno lego po poti ali trajektoriji. Metode planiranja gibanja, optimalne poti v znanem okolju. Uporabna senzorika v avtonomnih mobilnih sistemih za namen vodenja in navigacije. Osnovni principi delovanja senzorjev in namen njihove uporabe. Osnovne metode integracije informacij več senzorjev kot so Kalmanov filter, filter delcev in podobni. • Navigacija, gradnja zemljevida neznanega okolja, lokalizacija na osnovi informacij senzorjev in znanega zemljevida okolja, simultana lokalizacija in gradnja zemljevida. Prikaz različnih pristopov z nazornimi demonstracijskimi primeri.	Modeling of kinematic, motion constraints and dynamic properties of mobile systems. Demonstration on practical examples of mobile systems. Different approaches for control of mobile systems, motion planning and obstacle avoidance. Control to desired position, orientation, pose, following desired path or trajectory. Motion planning methods, optimal path search in known environment. Sensors used in mobile robotics systems, their principles of operation and usage. Sensors fusion methods such as Kalman filter, particle filter and the like. • Navigation, mapping of unknown environment, localization using sensor information and environment map, simultaneous localization and mapping (SLAM). Different approaches demonstration using clear examples.

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.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je predstaviti avtonomne mobilne sisteme ter študentu podati osnovna znanja, ki so potrebna za razvoj avtonomnih mobilnih robotov. Predmet vključuje področja mobilne robotike z ilustracijo na primerih ter postopki njihovih načrtovanj. Predmet daje teoretične osnove metod modeliranja, analize in vodenja mobilnih sistemov, planiranje poti, uporabo senzorike, načinov obdelave informacij pri lokalizaciji in kartiranju okolice ter večagentnih sistemov. Za bolj celovito razumevanje področja so opisani številni izzivi in probleme s katerimi se srečujemo pri prenosu teoretičnih rešitev v prakso. Študent osvojeno teoretično znanje preveri in utrdi na številnih praktičnih primerih načrtovanja mobilnih platform v okviru laboratorijskih vaj. Študent se spozna tudi z nekaterimi programskimi okolji in njihovo uporabnostjo v podporo obravnavani tematiki.	The objective of the course is to introduce autonomous mobile systems and to give students basic knowledge required to develop autonomous mobile robots. This course includes areas of mobile robotics with illustrative examples and algorithms for their design. This course include basic theoretic knowledge of methods for modeling, analysis and control of mobile systems, path planning, use of sensors, methods for information processing in localization and environment mapping and multi-agent systems. For a more comprehensive understanding of the field, a number of challenges and problems that we encounter in practice are described. Within laboratory work while designing mobile platforms student can examine and consolidates the obtained theoretical knowledge. Student also gets familiar with some of the programming environments and their applicability to the subject.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • razumeti in uporabljati osnovne znanja iz področja avtonomnih mobilnih sistemov,	After successful completion of the course, students should be able to: • understand and use basic knowledge from the autonomous mobile system area,

• determiti kinematični model mobilne robotske platforme ter ga uporabiti pri načrtovanju vodenja, planiranja poti in lokalizaciji, • uporabiti senzorje, optimalno združevati informacijo dobljeno iz več virov, • izvedba filtrov za lokalizacijo v prostoru, • načrtati algoritem vodenja za sledenje želeni poti in dosego cilja ob prisotnosti motenj, • napisati algoritem planiranja poti, ki samostojno poišče varno pot do cilja v podanem zemljevidu, • izvedba sistema odločanja in delovanja mobilne robotske platforme, • razložiti mehanizme delovanja večagentnih sistemov, • dobiti pregled možnih aplikacij avtonomnih sistemov.	• derive kinematic model of a mobile robot platform and use it for development of control, path planning and localisation, • use sensors and optimally fuse information obtained from more sources, • develop filters for localisation in environment, • write a control algorithm for desired path following, which can safely find the way to the goal at present disturbances, • develop path planning algorithms which can automatically find safe path in a given map, • implementation of the reasoning system for mobile platform, • explain the mechanisms of multiagent systems operation, • have the overview of possible applications of autonomous systems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom rešitev enostavnih praktičnih primerov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj. Te so zasnovane projektno v več delih, v katerih se študentje postopoma seznanjajo s problemom in opremo. Projektno skupino sestavljata dva študenta, ki napišeta svoje algoritme za vodenje mobilne robotske platforme, zaznavanje okolje in lokalizacije v njem, načrtovanje poti gibanja in izogibanju trkov ter nek sistem odločanja, ki omogoča avtonomnost robota pri opravljanju zadane naloge (npr. avtonomni dostavi, vožnji v prometu, kartiranju oklice, itd.) Ob koncu semestra študentje poročajo o končnih rezultatih s primerjavo izsledkov iz literature.	The lectures provide a theoretical background on particular subjects together with presentation of simple practical examples. A complete study material is available to the students. Practical work is being performed in the laboratory environment, and is accomplished in steps acquainting students with the problem and instrumentation. Project group is consisted of two students who program their own algorithms for control of mobile robot platform, environment detection, localization in environment, motion path planning, obstacle avoidance, and reasoning system that enables robot autonomy at performing given tasks (e.g. autonomous delivery, driving in traffic, environment mapping, etc.) At the end of semester, students report on their results together with comparison to the results from the literature.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje in projekt, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in projekt pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises and project, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises and project written exam oral examination
laboratorijske vaje in projekt	30,00 %	laboratory exercises and project
pisni izpit	30,00 %	written exam
ustni izpit	40,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KLANČAR, Gregor, TESLIĆ, 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:	Bioelektromagnetika
Course title:	Bioelectromagnetics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64281

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Tadej Kotnik
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogoj za vključitev v opravljanje študijskih obvez-nosti pri predmetu je vpis v 2. letnik podiplomskega študijskega programa II. stopnje Elektrotehnika na študijski smeri Biomedicinska tehnika.	A prerequisite for attending the course is the enrollment into the 2nd year of the 2nd cycle university study programme Electrical Engineering – Biomedical Engineering

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Elektromagnetni spekter in kratek pregled bioloških učinkov: neionizirna sevanja ter fizikalne osnove njihovih interakcij, termični učinki, netermič-ni učinki; ionizirna sevanja in njihovi biološki učinki **Viri elektromagnetnih polj:** statično magnetno polje, nizkofrekvenčna elektromagnetna polja (0-100 kHz), visokofrekvenčna elektromag-netna polja in sevanja (100 kHz-300 GHz). **Merjenje in dozimetrija:** pregled merilnih me-tod in standardov, eksperimentalna dozime-trija, nume-rična dozimetrija, mikrodozimetrija. **Biološka snov v elektromagnetnem polju:** sta-tično električno in magnetno polje, nizkofrekvenčna polja (disociacija in elektrolitske raztopine, preva-janje, elektroliza in polarizacija, električne lastnosti celic in tkiv), visokofrekvenčna polja in sevanja (frekvenčna odvisnost električnih lastnosti celic in tkiv, bližnje in daljnje polje, vdorna globina, ab-sorpcija energije, segrevanje). **Mehanizmi interakcij:** električne lastnosti celic in tkiv, interakcije s šibkimi polji (mikroelektroforeza, resonančni modeli), interakcije z močnimi polji (sila na nabite delce, interakcije z vzdražnimi tkivi, termične interakcije), elektroporacija.	**Electromagnetic spectrum and an overview of biological effects:** non-ionizing radiation and physics of their interactions, non-thermal effects, thermal effects; ionizing radiation and its biological effects **Sources of electromagnetic fields (EMF):** static magnetic field, low-frequency EMF (0-100 kHz), high-frequency EMF and radiation (100 kHz-300 GHz). **Measurements and dosimetry:** an overview of measuring methods and standards, experimental dosimetry, nume-rical dosimetry, microdosimetry. **Biological matter in EMF:** static electric and magnetic fields, low-frequency fields (dissociation and solutions, electric conductvity, electrolysis and polarization, electrical properties of cells and tissues), high-frequency fields and radiation (frequency dependence of electrical properties of cells and tissues, near and far field, penetration depth, energy absorption, heating). **Interaction mechanisms:** electric properties of cells and tissues, interactions with weak fields (microelectrophoresis, resonance models), interactions with strong fields (forces on charged particles, interactions with excitable cells and tissues, thermal effects, membrane electroporation). **Overview of experimental and epidemiological studies:** research in vitro, research on plants and animals in vivo,

Pregled laboratorijskih in epidemioloških raz-iskav: raziskave in vitro, raziskave na rastlinah in živalih in vivo, epidemiološke študije, pregled stanja raziskav v svetu. **Ocena zdravstvenega tveganja, preventivni vidiki in strategija razvoja:** analiza tveganj zaradi prisotnosti elektromagnetnih polj, kontrola eksperi-mentalnih pogojev, ponovljivost eksperimentalnih polj, načelo previdnosti, zaščita pred polji in sevanji. **Uporaba električnih tokov ter elektro-magnetnih polj in sevanj v medicini:** srčni spodbujevalniki in defibrilatorji, funkcionalna in protibolečinska elek-trična stimulacija, elek-troporacija, elektrokirurgija, elektrotermija. **Standardi in mejne vrednosti:** izhodišča, medna-rodna priporočila, pravna ureditev.	epidemiological studies, current state of research and scientific position. **Health risk assessment, prevention and development strategies:** analysis of risks due to EMF, control of experimental conditions, reproducibility of experimental fields, precautionary principle, protection from EMF. **Use of electric currents and EMF in medicine:** pacemakers and defibrillators, functional and analgesic electrical stimulation, electroporation, electrosurgery, electrothermy. **Standards and expousre limits:** fundamentals, international recommendations, regulations.

Temeljna literatura in viri/Readings:

C. Furse, D. A. Christensen, C. H. Durney. *Basic Introduction to Bioelectromagnetics, 2nd ed*. CRC Press, 2009.
D. Miklavčič, P. Gajšek. *Vpliv neionizirnih elektromagnetnih sevanj na biološke sisteme*. Založba FE in FRI, 1999.
Bonner P, et al. *Establishing a dialogue on risks from electromagnetic fields*. WHO, 2002.
Adair RK. Biophysical limits on athermal effects of RF and microwave radiation. *Bioelectromagnetics* 24: 39-48, 2003.
Gajšek P (ur.). *Abstract book of the International conference on electromagnetic fields: From bioeffects to legislation*, INIS, Ljubljana, 2004.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Predstaviti znanstveno utemeljene mehanizme interakcij elektromagnetnih polj in sevanj z biološkimi sistemi, predstaviti vire polj in sevanj, merjenje in dozimetrijo, pomembnejše laboratorij-ske in epidemiološke raziskave ter znanstveno izoblikovane mejne vrednosti.	To describe the scientifically recognized interaction mechanisms of EMF with biological system, to present the sources of EMF, their measurements and dosimetry, the most important experimental and epidemiological studies, and scientifically based exposure limits.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu bodo študenti zmožni: • povzeti znanstveno utemeljene mehanizme interakcij elektromagnetnih polj in sevanj z živimi organizmi; • pojasniti teoretične osnove teh mehanizmov; • razčleniti zdravstvena tveganja, veljavne standarde ter opozorilne in mejne vrednosti; • uporabljati sodobne naprave in metode eksperimentalne in numerične dozimetrije; • načrtovati in izvajati dozimetrične meritve in izračune s temi napravami in metodami; • kritično oceniti znanstveno utemeljenost posameznih trditev in hipotez o učinkih elektromagnetnih polj in sevanj.	After successful completion of the course, students will be able to: • summarize the scientifically recognized mechanisms of interaction between EMF and living organisms; • explain the theoretical basis of these mechanisms; • elaborate on the health risks, standards, action values and exposure limits; • use modern devices and methods in both experimental and numerical dosimetry; • design and perform dosimetric measure-ments and/or computations using these devices and methods; • assess critically the existence (or lack) of scientific basis for claims and proposed hypotheses on effects of EMF.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje za pridobivanje samostojnih praktičnih izkušenj z metodami in napravami za eksperimentalno in numerično dozimetrijo in modeliranje ter določanje električnih	Lectures, laboratory work for acquisition of individual practical experience with methods and devices for experimental and numerical dosimetry and modeling, for measurements of electrical properties of biological

lastnosti bioloških tkiv, individualne seminarske naloge za seznanitev z epidemiološkimi študijami in njihovo kritično ovrednotenje.	tissues, individual seminars for improved familiarity with epidemiological studies and their critical scientific assessment.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminar, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pogoj za opravljanje izpita sta pozitivna ocena laboratorijskih vaj (50 ≤ L ≤ 100) in seminarja (50 ≤ S ≤ 100), pisni izpit pa študent opravi, če zbere vsaj polovico točk (50 ≤ P ≤ 100). V tem primeru se določi izhodišče za končno oceno (I), I = (P + L + S)/3, iz katerega sledi predlog končne ocene pri predmetu (K): • 90 < I ≤ 100: K = 10 • 80 ≤ I ≤ 90: K = 9 • 70 ≤ I < 80: K = 8 • 60 ≤ I < 70: K = 7 • 50 ≤ I < 60: K = 6 Pri 50 ≤ P < 67 je obvezen še ustni zagovor izpita, študent pa z uspešnim zagovorom potrdi oceno K. Pri 67 ≤ P ≤ 100 študent izbira med vpisom predlagane ocene K in ustnim zagovorom, s slednjim pa lahko končno oceno tako izboljša kot poslabša.		Components: lab work, seminar, written examination, oral examination. The grade 5 is negative, positive grades range from 6 to 10. The necessary condition for entering the written examination are positive grades for the lab work (50 ≤ L ≤ 100) and the seminar (50 ≤ S ≤ 100). Written exam is passed if at least half of the points are gained (50 ≤ P ≤ 100). If these requirements are met, a tentative basis for the final grade (K) is determined as follows: I = (P + L + S)/3, • 90 < I ≤ 100: K = 10 • 80 ≤ I ≤ 90: K = 9 • 70 ≤ I < 80: K = 8 • 60 ≤ I < 70: K = 7 • 50 ≤ I < 60: K = 6 For 50 ≤ P < 67, the written exam is follo-wed by a verbal one, and with adequate understanding the student gets grade K. For 67 ≤ P ≤ 100, the student chooses between grade K and a verbal exam, where grade K can be confirmed, reduced or increased.
ocena vaj	33,33 %	grades of lab work
ocena seminarja	33,33 %	seminar and written
ocena pisnega izpita, ustni zagovor lahko oceno potrdi, izboljša ali poslabša	33,33 %	exam contribute, verbal exam can result in confirmation, reduction or increase of this grade

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KOS, Bor, VALIČ, Blaž, **KOTNIK, Tadej**, **GAJŠEK, Peter**. Poklicna izpostavljenost elektromagnet-nim sevanjem. *Elektrotehniški vestnik*, 2010, letn. 77, št. 4, str. 200-207.
2. KOS, Bor, VALIČ, Blaž, MIKLAVČIČ, Damijan, **KOTNIK, Tadej**, **GAJŠEK, Peter**. Pre- and post-natal exposure of children to EMF generated by domestic induction cookers. *Physics in Medicine & Biology*, 2011, vol. 56, no. 19, str. 6149-6160.
3. KOS, Bor, VALIČ, Blaž, **KOTNIK, Tadej**, **GAJŠEK, Peter**. Exposure assessment in front of a multi-band base station antenna. *Bioelectromagnetics*, 2011, vol. 32, no. 3, str. 234-242.
4. KOS, Bor, VALIČ, Blaž, **KOTNIK, Tadej**, **GAJŠEK, Peter**. Occupational exposure assessment of magnetic fields generated by induction heating equipment - the role of spatial averaging. *Physics in Medicine & Biology*, 2012, vol. 57, no. 19, str. 5943-5953.
5. KOS, Bor, VALIČ, Blaž, **KOTNIK, Tadej**, **GAJŠEK, Peter**. Induced electric fields in workers near low-frequency induction heating machines. *Bioelectromagnetics*, 2014, vol. 35, no. 3, str. 222-226.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Biološki sistemi
Course title:	Biological Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64208

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Damijan Miklavčič, Tadej Kotnik
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Teorije nastanka in razvoja življenja. Termodinamika bioloških sistemov. Osnove kemije bioloških sistemov. Samoorganizacija. Molekularna genetika. Zgradba, rast in delitev biološke celice. Celična membrana. Pretvorbe energije v biologiji. Biološki regulacijski sistemi in homeostaza. Pregled fizioloških sistemov pri človeku. Sestava, funkcije in kroženje krvi. Imunski sistem. Pretok snovi v bioloških sistemih. Populacijska dinamika. Deterministični kaos in fraktali v biologiji.	Theories on the origins and development of life. Thermodynamics of biological systems. Basic chemistry of biological systems. Self-organiza-tion. Molecular genetics. Structure, growth, and division of biological cells. Cell membrane. Ener-gy conversions in biology. Biological regulation and homeostasis. Physiological systems in human. Structure, function and circulation of blood. Immune system. Flow of matter in biological systems. Population dynamics. Deterministic chaos and fractals in biology.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Tadej Kotnik, Damijan Miklavčič. Biološki sistemi, 2. izdaja. 2016, Založba FE, Ljubljana

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Predstavitev bioloških sistemov z vidika tehnike, analiza učinkov električnih tokov in elektromagnetnih polj na biološke sisteme.	To describe biological systems from an engineering perspective, analysis of the effects of electric currents and electromagnetic fields on biological systems.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Integrirati znanje fiziologije živih organizmov z inženirskega stališča in uporabiti inženirsko znanje za reševanje biomedicinskih problemov.	To integrate knowledge of the physiology of living organisms from the engineering point of view and to use engineering knowledge in solving biomedical problems.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, individualne naloge, vodeni individualni študij, laboratorijske vaje.	The course will be guided through lectures in the class, individual study and laboratory work.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt) Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Preverjanje znanja: laboratorijske vaje, domača naloga in ustni izpit; pozitivna ocena laboratorijskih vaj in domače naloge je pogoj za pristop k ustnemu izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijsko delo in domače naloge, ustni izpit		Oral examination Type (examination, oral, homework, laboratory exercises, project) Negative grade: 5 Positive grades: from 6 to 10 Positive evaluation of laboratory exercises and homework is a prerequisite for the final exam. Contributions to the final grade: laboratory work and home work, oral examination
laboratorijsko delo in domače naloge	55,00 %	laboratory work and home work
ustni izpit	45,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

JARM, Tomaž, ČEMAŽAR, Maja, MIKLAVČIČ, Damijan, SERŠA, Gregor. Antivascular effects of electrochemotherapy : implications in treatment of bleeding metastases. *Expert review of anticancer therapy*, 2010, vol. 10, no. 5, str. 729-746.
YARMUSH, Martin L., GOLBERG, Alexander, SERŠA, Gregor, KOTNIK, Tadej, MIKLAVČIČ, Damijan. Electroporation-based technologies for medicine: principles, applications, and challenges. *Annual review of biomedical engineering*, 2014, vol. 16, str. 295-320.
SERŠA, Gregor, TEISSIE, Justin, ČEMAŽAR, Maja, SIGNORI, Emanuella, KAMENŠEK, Urška, MARSHALL, Guillermo, MIKLAVČIČ, Damijan. Electrochemotherapy of tumors as in situ vaccination boosted by immunogene electrotransfer. *Cancer immunology and immunotherapy*, 2015, vol. 64, no. 10, str. 1315-1327.
ZOREC, Barbara, PRÉAT, Véronique, MIKLAVČIČ, Damijan, PAVŠELJ, Nataša. Active enhancement methods for intra- and transdermal drug delivery: a review. *Zdravniški vestnik*, 2013, letn. 82, št. 5, str. 339-356.
MALI, Barbara, JARM, Tomaž, SNOJ, Marko, SERŠA, Gregor, MIKLAVČIČ, Damijan. Antitumor effectiveness of electrochemotherapy: a systematic review and meta-analysis. *European journal of surgical oncology*, 2013, vol. 39, no. 1, str. 4-16.

KOTNIK, Tadej, PUCIHAR, Gorazd, MIKLAVČIČ, Damijan. Induced transmembrane voltage and its correlation with electroporation-mediated molecular transport. *The journal of membrane biology*, 2010, vol. 236, no. 1, str. 3-13.
KOTNIK, Tadej, KRAMAR, Peter, PUCIHAR, Gorazd, MIKLAVČIČ, Damijan, TAREK, Mounir. Cell membrane electroporation. Part 1, The phenomenon. IEEE electrical insulation magazine, 2012, vol. 28, no. 5, str. 14-23.
KOTNIK, Tadej. Lightning-triggered electroporation and electrofusion as possible contributors to natural horizontal gene transfer. *Physics of life reviews*, 2013, vol. 10, no. 3, str. 351-370.
YARMUSH, Martin L., GOLBERG, Alexander, SERŠA, Gregor, KOTNIK, Tadej, MIKLAVČIČ, Damijan. Electroporation-based technologies for medicine : principles, applications, and challenges. *Annual review of biomedical engineering*, 2014, vol. 16, str. 295-320.
KOTNIK, Tadej, FREY, Wolfgang, SACK, Martin, HABERL MEGLIČ, Saša, PETERKA, Matjaž, MIKLAVČIČ, Damijan. Electroporation-based applications in biotechnology. *Trends in biotechnology*, 2015, vol. 33, no. 8, str. 480-488.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Biomedicinska elektronika
Course title:	Biomedical Electronics

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64211

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Tomaž Jarm
Vrsta predmeta/Course type:	Vpis v letnik./Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Zajem biomedicinskih signalov: pogojevanje bioelektričnih in drugih signalov; galvanska ločitev signalov; predojačevalniki; viri šuma in ukrepi za zmanjšanje električnih motenj; merjenje majhnih signalov; ojačevalniki in krmilniki; instrumentacijski ojačevalnik; pasivni in aktivni filtri; frekvenčna področja biomedicinskih signalov; pasovno prepustno filtriranje biomedicinskih signalov; viri signalov za električno stimulacijo v biomedicini. Inštrumentacija za zajem bioelektričnih signalov: elektrokardiograf, elektroencefalograf, elektromiograf. Električna stimulacija vzdražnih tkiv: srčni spodbujevalniki, kardioverterji, defibrilatorji. Električni kirurški nož. Elektromagnetna kompatibilnost medicinskih naprav in varnost (nevarnosti električnega udara, uhajavi tokovi, varnostni ukrepi pri načrtovanju in uporabi elektronskih naprav, označevanje in testiranje medicinske opreme, varnostni standardi).	Biomedical signal acquisition: conditioning of bioelectric and other signals; signal isolation, preamplifiers; noise sources and measures to limit their contribution to signal contamination; small signal acquisition; instrumentation amplifiers; active and passive filters; frequency bands of typical biomedical signals; filtering of biomedical signals; pulse and waveform generators for electrical stimulation of tissues. Biomedical instrumentation for signal acquisition: ECG, EMG, EEG. Electrical stimulation of excitable tissues, heart pacemakers, cardioverters, defibrillators, functional electrical stimulation. Electrosurgical devices. Electromagnetic compatibility and safety of electrical medical devices (sources of danger (electrical hazards), safety measures, leakage currents, safety-related markings on equipment, safety testing, safety and other standards).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. David Prutchi, Michael Norris: Design and Development of Medical Electronic Instrumentation: A Practical Perspective of the Design, Construction, and Test of Medical Devices. Wiley-Interscience, 2004
2. N. Leitgeb: Safety of electromedical devices. Springer, 2010.
3. J.D. Bronzino (editor): The biomedical engineering handbook (3rd ed.). CRC Press, 2006.
4. J. G. Webster (editor): Medical Instrumentation Application and Design (4th edition). Wiley, 2008.
5. Alojz Kralj (editor): Osnove medicinske elektrotehnike. Dopisna delavska univerza Univerzum, Ljubljana, 1983.
6. A. Šantić: Biomedicinska elektronika, Školska knjiga Zagreb, 1994.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Spoznati specifične elektronske sklope ter zgradbo in komponente elektronskih biomedicinskih naprav. Pridobiti praktične izkušnje z uporabo nekaterih obravnavanih inštrumentov ter z izgradnjo in preizkusom varno delujočega merilnega ojačevalnika za zajem elektrofiziološkega signala (EKG ali EMG) ali električnega stimulatorja. Zgraditi zavest o potrebi po zagotavljanju varnega delovanja biomedicinskih naprav s stališča uporabnika in operaterja in pridobiti osnovno znanje o zagotavljanju varnosti pred električnim udarom v medicinskem okolju.	To learn about specific electronic circuits and elements typically encountered in medical instruments used in clinical and research environment. To gain practical experience from using the instruments and from building and testing a biopotential amplifier or electrical stimulator or some other device. To build awareness of the need for safe design, operation and use of biomedical devices from the patient's and the operator's point of view. To gain elementary knowledge about standards and measures needed to protect against electrical hazards in medical environment.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem predmetu na bi bili študenti zmožni: - Opisati namen in delovanje elektronskih medicinski naprav, ki jih pogosto srečamo v kliničnem ali raziskovalnem okolju. - Razložiti delovanje posameznih specifičnih elektronskih sklopov, ki nastopajo v merilni, diagnostični ali terapevtski medicinski opremi. - Razložiti fiziološko ozadje učinkov električnega toka na človeka. - Pojasniti razna dejstva v zvezi z nevarnostmi električnega udara in zagotavljanjem varnosti pri uporabi električnih medicinskih aparatur. - Uporabiti nekatere biomedicinske naprave za določen namen. - Zgraditi bioojačevalnik (ali neko drugo medicinsko napravo) za varen zajem elektrofiziološkega signala. - Ovrednotiti delovanje elektromedicinske aparature. - Zasnovati preprosto elektromedicinsko napravo za merjenje izbrane veličine. - Zgraditi in preizkusiti preprosto elektromedicinsko napravo.	After successful completion of the course, students shoud be able to: - Describe the purpose and function of electronic medical devices typical for clinical or research environment. - Explain the function of specific electric circuits commonly encountered in measurement, diagnostic or therapeutic medical instruments. - Explain physiological background of effects of electric currents on humans. - Explain various aspects related to electrical hazards and safety assurance requirements for use of electrical medical devices. - Use selected biomedical devices in practical application. - Build a bioamplifier (or some other medical device) for safe acquisition of an electrophysiological signal. - Quantify the performance of electrical medical device. - Design a simple electrical medical device for measurement of selected physical quantity. - Build and test a simple electrical medical device.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Na predavanjih študenti spoznajo teoretične osnove zgradbe in delovanja tipičnih elektronskih biomedicinskih naprav in posameznih specifičnih sestavnih sklopov. Praktične vaje so namenjene izvedbi konkretnih nalog. Vključujejo projektno nalogo, v okviru katere študenti načrtujejo in zgradijo osnovni ojačevalnik majhnih bioelektričnih potencialov (EKG ali EMG), katerega delovanje preizkusijo in ovrednotijo ter primerjajo s komercialno napravo za ta namen. Vaje in predavanja pri tem predmetu se dopolnjujejo z vsebinami predmeta Meritve in senzorji v biomedicini.	Lectures, individual practical lab assignments, one major project assignment (planning, designing, building and evaluation of a biopotential amplifier or some other device to acquire a specific biomedical signal), self study. This course should be taken together with the course Measurements and Sensors in Biomedicine (both courses run in parallel and share some of the lab work and the project).

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje (lahko delno izvedeno kot projekt), izpit (pisni ali ustni ali kombinacija obeh oblik). Ocena 5 je negativna ocena, ocene		Type: laboratory exercises (can be partially realized as a project), exam (written, oral or a combination of both). Negative grade is 5,

od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: - izpit - vaje		positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: - exam - practicals
- izpit	60,00 %	- exam
- vaje	40,00 %	- practicals

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. JARM, Tomaž. Elektronika : priročnik za laboratorijske vaje. 3. popravljena in dopolnjena izd. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2010. ISBN 978-961-243-140-2. [COBISS.SI-ID 250105344]
2. MIKLAVČIČ, Damijan, SERŠA, Gregor, BRECELJ, Erik, GEHL, Julie, SODEN, Declan M., BIANCHI, Guiseppe, RUGGIERI, Pietro, ROSSI, Carlo Riccardo, CAMPANA, Luca G., JARM, Tomaž. Electrochemotherapy : technological advancements for efficient electroporation-based treatment of internal tumors. Medical & biological engineering & computing, vol. 50, no. 12, str. 1213-1225.
3. EDHEMOVIĆ, Ibrahim, GADŽIJEV, Eldar, BRECELJ, Erik, MIKLAVČIČ, Damijan, KOS, Bor, ŽUPANIČ, Anže, MALI, Barbara, JARM, Tomaž, PAVLIHA, Denis, MARČAN, Marija, GAŠLJEVIĆ, Gorana, GORJUP, Vesna, MAROLT-MUŠIČ, Maja, PEČNIK-VAVPOTIČ, Tjaša, ČEMAŽAR, Maja, SNOJ, Marko, SERŠA, Gregor. Electrochemotherapy : a new technological approach in treatment of metastases in the liver. Technology in cancer research and treatment, vol. 10, no. 5, str. 475-485.
4. JARM, Tomaž, ČEMAŽAR, Maja, SERŠA, Gregor. Tumor blood flow-modifying effects of electroporation and electrochemotherapy - experimental evidence and implications for the therapy. V: PAKHOMOV, Andrei G. (ur.), MIKLAVČIČ, Damijan (ur.), MARKOV, Marko S. (ur.). Advanced electroporation techniques in biology and medicine, (Biological effects of electromagnetics series). CRC Press, cop. 2010., str. 401-423.
5. JARM, Tomaž, ČEMAŽAR, Maja, MIKLAVČIČ, Damijan, SERŠA, Gregor. Antivascular effects of electrochemotherapy : implications in treatment of bleeding metastases. Expert rev. anticancer ther., 2010, vol. 10, no. 5, str. 729-746. [COBISS.SI-ID 929659]

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Biomedicinska informatika
Course title:	Biomedical Informatics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64209

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Tomaž Vrtovec
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni strokovni predmet /Compulsory professional course

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v 1. letnik študijskega programa.	Enrolment in the 1st year of the study programme.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Biomedicinski podatki, informacije in zbirke podatkov; računalništvo in informatika v biomedicini; standardi v biomedicinski informatiki; zaščita, zasebnost in zaupnost biomedicinskih podatkov; klinična informatika; zdravstvena informatika; slikovna informatika; bioinformatika; biostatistika; radiomika; informacijski sistemi za podporo pri odločanju v biomedicini in zdravstvu.	Biomedical data, information and databases; computer science and informatics in biomedicine; standards in biomedical informatics; biomedical data security, privacy and confidentiality; clinical informatics; public health informatics; imaging informatics; bioinformatics; biostatistics; radiomics; information-driven decision-support systems in biomedicine and healthcare.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Biomedical Informatics, E.H. Shortliffe, J.J. Cimino, Springer, 4. izdaja, 2014.
2. Medical Informatics: Knowledge Management and Data Mining in Biomedicine, H. Chen, S.S. Fuller, C. Friedman, W. Hersh (Eds.), Springer, 2010.
3. PACS and Imaging Informatics: Basic Principles and Applications, H.K. Huang, Wiley- Blackwell, 2010.
4. Basic Epidemiology, R. Bonita, R. Beaglehole, T. Kjellström, WHO, 2. izdaja, 2006.
5. Introductory Biostatistics, C.T. Le, Wiley-Interscience, 2003.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj predmeta je pridobiti znanja iz področja biomedicinske informatike, ki je izrazito interdisciplinarno, saj združuje področja elektrotehnike, biomedicinske tehnike, računalništva in informatike, medicine, farmacije, biologije, upravljanja, sociologije in ekonomije, primarno pa se ukvarja z učinkovitim shranjevanjem, priklicem, zaščito, prenosom, standardizacijo in uporabo biomedicinskih podatkov in	The course objective is to obtain knowledge in the field of biomedical informatics, which is extremely interdisciplinary, merging approaches from biomedical, electrical and computer engineering, informatics, medicine, pharmacy, biology, management, sociology and economy, and is primarily concerned with optimal storage, retrieval, protection, transport, standardization and usage of biomedical data and information. Practical

informacij. Praktične laboratorijske vaje temeljijo na implementaciji računalniških oziroma informacijsko podprtih postopkov, ki so v skladu z obstoječimi standardi ter uveljavljenimi tehnikami za zaščito, shranjevanje, prenos in priklic biomedicinskih podatkov in informacij.	laboratory work consists of implementing computerized and computer-assisted techniques that adhere to the existing standards and established techniques in biomedical informatics that are used for protection, storage, transport and retrieval of biomedical data and information.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku predmeta naj bi bili študenti sposobni: • opredeliti biomedicinske podatke, zbirke podatkov in standarde ter uveljavljene principe za zagotavljanje zaščite, zasebnosti in zaupnosti biomedicinskih podatkov in informacij; • primerjati posamezna področja biomedicinske informatike (zdravstvena informatika, klinična informatika, slikovna informatika, bioinformatika); • razlikovati med posameznimi kazalci ter raziskovalnimi študijami za opazovanje zdravja v dani populaciji; • razlikovati med različnimi tehnikami za zajemanje in analizo biomedicinskih slik; • razlikovati med različnimi panogami molekularne biologije; • izbrati ustrezno metodo za statistično analizo danih biomedicinskih podatkov; • razviti poenostavljene računalniške algoritme za reševanje problemov iz področja biomedicinske informatike; • vrednotiti obstoječe in nove pristope k upravljanju in ravnanju z biomedicinskimi podatki in informacijami.	With successful course completion, the students should be able to: • define biomedical data, databases and standards, and established concepts for ensuring security, privacy and confidentiality of biomedical data and information; • compare the individual fields of biomedical informatics (public health informatics, clinical informatics, imaging informatics and bioinformatics); • differentiate among individual indicators and research study types for observing health in the given population; • differentiate among different biomedical image acquisition and analysis techniques; • differentiate among different topics of molecular biology; • choose an adequate method for statistical analysis of the given biomedical data; • develop simplified computer algorithms for problem solving in the field of biomedical informatics; • evaluate existing and new approaches for managing and handling biomedical data and information.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja so namenjena podajanju teoretičnih postopkov, obstoječih standardov ter uveljavljenih metod, ki so dodatno utemeljene z opisom praktičnih primerov na različnih področjih. Laboratorijske vaje so namenjene pridobivanju praktičnih znanj, in sicer izdelavi postopkov za računalniško oziroma informacijsko podprto zaščito, shranjevanje, prenos in priklic biomedicinskih podatkov in informacij.	During lectures, theoretical aspects of techniques, existing standards and established methods are given, which are additionally supported by descriptions of practical examples from different fields of application. During laboratory practice, techniques for computer- and information-based protection, storing, transport and retrieval of biomedical data and information are developed and implemented.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: sprotne obveznosti iz laboratorijskih vaj, zagovor laboratorijskih vaj, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna. Ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena sprotnih obveznosti laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k zagovoru laboratorijskih vaj. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k pisnemu izpitu. Pozitivna ocena pisnega izpita je pogoj za pozitivno končno oceno. Ustni izpit se opravi po potrebi v koliko želi študent spremeniti končno oceno. Prispevki k oceni: - sprotne obveznosti iz lab. vaj - zagovor laboratorijskih vaj - pisni izpit		Type: laboratory work assignments, laboratory work defence, written exam, oral exam. Negative grade: 5. Positive grades: from 6 to 10. A positive grade of laboratory work assignments is a prerequisite for the laboratory work defence. A positive grade of laboratory work defence is a prerequisite for the written exam. A positive grade of the written exam is a prerequisite for a positive final grade. The oral exam is performed optionally when a student wishes to change the final grade. Contributions to the final grade: - laboratory work

		assignments - laboratory work defence - written exam
- sprotne obveznosti iz lab. vaj	20,00 %	- laboratory work assignments
- zagovor laboratorijskih vaj	30,00 %	- laboratory work defence
- pisni izpit	50,00 %	- written exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. Dejan Knez, Boštjan Likar, Franjo Pernuš in Tomaž Vrtovec. Computer-assisted screw size and insertion trajectory planning for pedicle screw placement surgery. IEEE Transactions on Medical Imaging, 35(6):1420-1430, 2016. [doi:10.1109/TMI.2016.2514530] [FV: 3.390 (2014); 18/249 engineering, electrical & electronic; četrtina]
2. Robert Korez, Bulat Ibragimov, Boštjan Likar, Franjo Pernuš in Tomaž Vrtovec. A framework for automated spine and vertebrae interpolation-based detection and model-based segmentation. IEEE Transactions on Medical Imaging, 34(8):1649-1662, 2015. [doi:10.1109/TMI.2015.2389334] [FV: 3.390 (2014); 18/249 engineering, electrical & electronic; 1. četrtina]
3. Bulat Ibragimov, Jerry L. Prince, Emi Z. Murano, Jonghye Woo, Maureen Stone, Boštjan Likar, Franjo Pernuš in Tomaž Vrtovec. Segmentation of tongue muscles from super-resolution magnetic resonance images. Medical Image Analysis, 20(1):198-207, 2015. [doi:10.1016/j.media.2014.11.006] [FV: 654 (2014); 8/102 computer science, interdisciplinary applications; 1. četrtina]
4. Bulat Ibragimov, Boštjan Likar, Franjo Pernuš in Tomaž Vrtovec. Shape representation for efficient landmark-based segmentation in 3D. IEEE Transactions on Medical Imaging, 33(4):861-874, 201 [doi:10.1109/TMI.2013.2296976] [FV: 3.390 (2014); 18/249 engineering, electrical & electronic; 1. četrtina]
5. Tomaž Vrtovec, Michiel M.A. Janssen, Boštjan Likar, René M. Castelein, Max A. Viergever in Franjo Pernuš. A review of methods for evaluating the quantitative parameters of sagittal pelvic alignment. The Spine Journal, 12(5):433-446, 2012. [doi:10.1016/j.spinee.2012.02.013] [FV: 3.355 (2012); 3/63 orthopedics; 1. četrtina]

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Biomedicinske slikovne tehnologije
Course title:	Biomedical Imaging Technologies

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64214

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Boštjan Likar, Miran Buermen
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik.	Enrolment in the study year.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Pridobivanje biomedicinskih slik: digitalna fotografija in video kamere, optične tehnike, mikroskopske tehnike, rentgensko slikanje in računalniška tomografija, magnetno resonančno slikanje, ultrazvok, sodobne slikovne tehnike – fizikalni principi, tehnologije in geometrije zajemanja, izvedbe in lastnosti naprav za zajemanje slik, nepravilnosti in kakovost slik. Obnova, rekonstrukcija in kalibracija slik: modeliranje in ocenjevanje šuma, glajenje in ostrenje slik, statistično in prilagodljivo filtriranje, postopki za rekonstrukcijo slik, kalibracija in obnova intenzitet, geometrijska kalibracija slik. Poravnava in integracija slik: delitev in uporaba postopkov poravnav, modeliranje geometrijskih preslikav in deformacij, poravnava na osnovi kontrolnih točk, poravnava na osnovi podobnosti, mere podobnosti in optimizacijski postopki, analiziranje in vrednotenje postopkov poravnav, primeri integracije slik.	Acquisition of biomedical images: digital photography and video cameras, optical techniques, microscopic techniques, X-ray imaging, computed tomography, magnetic resonance imaging, ultrasound, emerging imaging technologies – physical principles, acquisition technologies and geometries, implementations and characteristics of imaging devices, image artefacts and quality. Restoration, reconstruction and calibration: modelling and estimation of noise, image smoothing and sharpening, statistical and adaptive filtering, reconstruction algorithms, calibration and restoration of intensities, geometric calibration. Image registration and integration: classification and applications of image registration methods, modelling geometrical transformations and deformations, matching of control points, similarity based registration , similarity measures and optimization methods, analysis and evaluation of registration methods, image integration examples.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Boštjan Likar in Miran Bürmen, Izročki predavanj pri predmetu Biomedicinske slikovne tehnike, Elektronsko gradivo, 2017.
2. Miran Bürmen, Navodila za laboratorijske vaje pri predmetu Biomedicinske slikovne tehnike, Elektronsko gradivo, 2017.
3. Miran Bürmen, Uvod v programski jezik Python, Založba FE, 2016.

4. Boštjan Likar, Biomedicinska slikovna informatika in diagnostika, Založba FE in FRI, 2008.
5. Jerry L. Prince, Jonathan Links, Medical Imaging Signals and Systems, Prentice Hall, 2nd edition, 2014.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Spoznati naprave in tehnologije za pridobivanje biomedicinskih slik ter postopke za njihovo obnovo, rekonstrukcijo, kalibracijo in integracijo.	To introduce basic technologies for the acquisition of biomedical images and the procedures for their restoration, reconstruction, calibration and integration.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • razložiti fizikalna ozadja tehnik za zajemanje biomedicinskih slik • opisati tehnološke omejitve in nepopolnosti • interpretirati informacijsko vsebino biomedicinskih slik • obdelovati digitalne slike z računalniškimi algoritmi • izvesti kalibracijo in integracijo slik različnih modalitet • vrednotiti kakovost slik	After successful completion of the course, students should be able to: • explain physical backgrounds of biomedical imaging techniques • describe technological limitations and artefacts • interpret information content of biomedical images • process digital images with computer programs • execute calibration and integration of multimodal images • evaluate image quality

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Teoretične osnove, postopke in primere uporabe študentje spoznajo na predavanjih, praktična znanja pa pridobijo z reševanjem nalog na laboratorijskih vajah.	Basic theory, procedures and practical examples are considered at lectures, while practical knowledge is gained through problem-solving tasks at lab works.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: Laboratorijske vaje (pogoj za pisni izpit) Praktično znanje (pisni izpit) Teoretično znanje (ustni izpit)		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: Lab works (condition for written exam) Practical knowledge (written exam) Theoretical knowledge (oral exam)
Laboratorijske vaje (pogoj za pisni izpit)	33,00 %	Lab works (condition for written exam)
Praktično znanje (pisni izpit)	33,00 %	Practical knowledge (written exam)
Teoretično znanje (ustni izpit)	34,00 %	Theoretical knowledge (oral exam)

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. Jurij Jemec, Franjo Pernuš, Boštjan Likar in Miran Bürmen. Push-broom hyperspectral image calibration and enhancement by 2D deconvolution with a variant response function estimate. Optics Express, 22(22):27655--27668, 2014.
2. Tomaž Vrtovec, Franjo Pernuš in Boštjan Likar. Investigation of the reproducibility and reliability of sagittal vertebral inclination measurements from MR images of the spine. Computerized Medical Imaging and Graphics, 38(7):620-627, 2014.
3. Tim Jerman, Franjo Pernuš, Boštjan Likar in Žiga Špiclin. Enhancement of vascular structures in 3D and 2D angiographic images. IEEE Transactions on Medical Imaging, 35(9):2107-2118, 2016.
4. Peter Naglič, Franjo Pernuš, Boštjan Likar in Miran Bürmen. Adopting higher-order similarity relations for improved estimation of optical properties from subdiffusive reflectance. Optics Letters, 42(7):1357-1360, 2017.
5. Peter Naglič, Franjo Pernuš, Boštjan Likar in Miran Bürmen. Lookup table-based sampling of the phase function for Monte Carlo simulations of light propagation in turbid media. Biomedical Optics Express, 8(3):1895-1910, 2017.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Digitalna integrirana vezja in sistemi
Course title:	Digital Integrated Circuits and Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64287

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Andrej Žemva

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Tehnološke izvedbe kompleksnih digitalnih integriranih vezij in sistemov: standardne celice, polja vrat, vezja FPGA. CMOS inverter: zasnova, izvedba, prenosna karakteristika, šumne meje, zakasnitve, poraba moči. Zasnova kombinacijskih vezij CMOS v različnih tehnologijah. Zasnova sekvenčnih vezij CMOS v različnih tehnologijah. Zasnova osnovnih aritmetično logičnih gradnikov: seštevalniki, množilniki, pomikalni registri. Zasnova in izvedba pomnilniških vezij SRAM, DRAM, DDRAM, SDRAM in drugih. Zasnova in izvedba mikroprocesorskega sistema v tehnologiji ASIC.	Technology implementation of complex digital integrated circuits and systems: standard cells, gate arrays, FPGA devices. CMOS inverter: design, implementation, transfer function, noise margins, delay, power consumption. Design of combinational circuits CMOS in different target technologies. Design of sequential circuits CMOS in different target technologies. Design of arithmetic logic blocks: adders, multipliers, shift registers. Design and implementation of memory circuits SRAM, DDRAM, SDRAM and others. Design and implementation of microprocessor system in ASIC technology.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. TOKHEIM, Roger. Digital Electronics: Principles and Applications, McGraw-Hill, 2014.
2. NEAMEN, Donald A. Microelectronics: Circuit Analysis and Design, 4th Edition, McGraw-Hill, 2011.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Predmet podaja temeljna znanja s področja digitalnih integriranih vezij in sistemov. Pridobljena znanja so temelj za snovanje digitalnih integriranih vezij od najnižjega tranzistoskega nivoja do sistemskega opisa v jezikih za opis delovanje vezij.	Solid knowledge of digital integrated circuits and systems. Gained knowledge forms the firm basis for designing integrated circuits from the transistor-level description up to the high-level description in hardware description language

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • izračunati občutljivost in šumne meje digitalnega vezja, • opisati delovanje kompleksnih digitalnih integriranih vezij in sistemov v visokonivojskem jeziku, • izvesti vse načrtovalske korake za izvedbo v izbrani ciljni tehnologiji, • načrtovati testiranje realiziranega vezja.	After successful completion of the course, students should be able to: • calculate sensitivity and noise margin of digital circuit, • describe operation of complex digital integrated circuits and systems in highlevel description language, • realize all design steps for implementation in selected target technology, • testing of realized integrated circuit.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja in laboratorijske vaje.	Lectures and tutorials.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MOČNIK, Jure, ŽEMVA, Andrej. Controlling voltage profile in smart grids with remotely controlled switches. IET generation, transmission & distribution, 2014, vol. 8 , no. 8, str. 1499-1508.
2. TOMAŽIČ Jure, ŽEMVA, Andrej., Efficient and lightweight battery management system contributes to victory in the Green Flight Challenge 2011. *Electric power systems research*, 2013, vol. 98, no. 5, str. 70-76.
3. TAVČAR, Rok, DEDIČ, Jože, BOKAL, Drago, ŽEMVA, Andrej. Transforming the LSTM training algorithm for efficient FPGA-based adaptive control of nonlinear dynamic systems, *Informacije MIDEM*, 2013, vol. 43, no. 2, str. 131-138.
4. SLUGA, Janez, ZALETELJ, Viktor, ŽEMVA, Andrej. Agent control for reconfigurable open kinematic chain manipulators. *International journal of advanced robotic systems*, 2013, vol. 10, no. 353, str. 1-13.5. BAŠA, Kristjan, ŽEMVA, Andrej.Simulation and verification of a dynamic model of the electric forklift truck. *Intelligent automation and soft computing*, 2011, vol. 17, no. 1, str. 13-30.
5. BAŠA, Kristjan, ŽEMVA, Andrej. Simulation and verification of a dynamic model of the electric forklift truck. *Intelligent automation and soft computing*, 2011, vol. 17, no. 1, str. 13-30.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Digitalno procesiranje v mehatroniki I
Course title:	Digital Processing in Mechatronics I

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64230

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Danijel Vončina

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovne komponente digitalnih sistemov, arhitekture mikrokrmilnikov, zgradba centralne procesne enote, instrukcijska beseda in instrukcijski cikel, tehnike naslavljanja, dekodirna logika, periferne enote (spominska vezja, števci, časovniki, A/D in D/A pretvorniki, senzorji), zbirni jezik, programiranje mikrokrmilnikov, obdelava podatkov v realnem času, podprogrami in prekinitveni podprogrami, razvojna orodja, komunikacijski vmesniki, serijski in paralelni komunikacijski protokoli, uporaba programirljivih logičnih vezij v sistemih močnostne elektronike, uporaba mikrokrmilnikov v močnostnih polprevodniških pretvornikih, pulzno-širinski modulatorji, načrtovanje mikrokrmilniško vodenih elektromotorskih pogonov, (elektronsko komutirani motor, reluktančni motor, koračni motor).	Basic components of digital systems, microcontroller architectures, central processing unit, instruction word, instruction cycles, addressing modes, decoding logic, peripheral units (memory types, timers and counters, A/D and D/A converters, sensors), assembly language, microcontroller programming, real time data processing, subroutines and interrupt subroutines, development tools, series and parallel communication interfaces, parallel and series communication protocols, microcontrollers in applications of power electronics, implementation of microcontrollers in power converters, PWM modulators, implementation of microcontrollers in electric motor drive systems (BLDC, PMSM, switched reluctance motors, stepper motors).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. D. Ibrahim, "Microcontroller Based Applied Digital Control", John Wiley & Sons, 2006
2. T. Kenjo, "Power Electronics for the Microprocessor Age", Oxford University Press, 1994
3. T. Noergaard, "Embedded Systems Architecture", Elsevier, 2005
4. J. Catsoulis, "Designing Embedded Hardware", O"Reilly, 2005
5. R. J. Tocci, F. J. Ambrosio, "Microprocessors and Microcomputers", Prentice Hall, 2000
6. F. Vahid, T. Givargis, "Embedded System Design - A Unified Hardware/Software Introduction", John Wiley & Sons, 2002

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Študent bo osvojil znanje o digitalnih sestavih, ki se uporabljajo za krmiljenje sistemov močnostne elektronike in elektromotorskih pogonov. Tako bo lahko samostojno ali timsko pristopil tudi k načrtovanju in izvedbi zahtevnejših mikrokrmilniških nalog na področju mehatronike.	Student will get the knowledge about digital components and systems that are used in the field of power electronics and electrical drives. He will be able to design mechatronic system controls using up to date microcontrollers.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni: • uporabiti mikrokrmilnik in njegove periferne enote za krmiljenje močnostnih stikalnih pretvonikov, • napisati ciljni program za mikrokrmilnik v mehatronskem krmilnem sistemu, • razviti vmesniška vezja za digitalno in analogno procesiranje signalov, • uporabiti komunikacijske protokole v mikrokrmilniških sistemih, • meriti in analizirati signale v mehatronskih krmilnih enoteh, • analizirati vire elektromagnetnih motenj v digitalnih in analognih vezjih.	After successful completion of the course, students should be able to: • use microcontroller and its peripheral units in digital control of power converters, • write a specific firmware for microcontroller in mechatronic control system, • develop interface circuits for further analog and digital signal processing, • use communication protocols in embedded systems, • measure and analyze digital and analog signals in mechatronic control units. • analyze sources of electromagnetic interferences in digital and analog circuits.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in laboratorijske vaje.	Lectures and laboratory work

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Laboratorijske vaje, izpit. Ocenjevalna lestvica: Ocena 5 je negativna, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje izpit		Type: laboratory exercises, exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: laboratory exercises exam
laboratorijske vaje	30,00 %	laboratory exercises
izpit	70,00 %	exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. PETKOVŠEK, Marko, LEBAN, Aleš, NEMEC, Mitja, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Series active power filter for high-voltage synchronous generators = Serijski aktivni močnostni filter za visokonapetostne sinhronske generatorje. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, Dec. 2013, vol. 43, no. 4, str. 228-234.
2. FLISAR, Uroš, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Voltage sag independent operation of induction motor based on Z-source inverter. Compel, ISSN 0332-1649, 2012, vol. 31, no. 6, str. 1931-1944.
3. KOSMATIN, Peter, MILJAVEC, Damijan, VONČINA, Danijel. A novel control strategy for the switched reluctance generator. Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 2012, rok 88, no. 7a, str. 49-5
4. PETKOVŠEK, Marko, KOSMATIN, Peter, ZEVNIK, Ciril, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Measurement system for testing of bipolar plates for PEM electrolyzers = Merilni sistem za testiranje bipolarnih plošč PEM elektrolizne celice. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2012, letn. 42, št. 1, str. 60-67.
5. MODRIJAN, Gorazd, PETKOVŠEK, Marko, ZAJEC, Peter, VONČINA, Danijel. Precision B-H analyser with low THD secondary induced voltage. IEEE transactions on industrial electronics, ISSN 0278-0046. [Print ed.], Jan. 2008, vol. 55, issue 1, str. 364-370.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Digitalno procesiranje v mehatroniki II
Course title:	Digital Processing in Mechatronics II

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64291

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Vanja Ambrožič
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Sodobne arhitekture mikroprocesorskih sistemov. Digitalni signalni procesorji. Razvojna programska in aparaturna orodja. Operacijski sistemi za aplikacije v realnem času. Programski jeziki. Diskretne prenosne funkcije, algoritmi in programiranje regulacijskih elementov (transcendentne funkcije, integratorji, derivatorji, regulatorji..). Digitalna analiza signalov, spektralna analiza ter diskretna in hitra Fourierjeva transformacija (DFT, FFT). Teoretična zasnova in realizacija digitalnih filtrov. Praktične aplikacije mikroprocesorjev na sistemih energetske elektronike: elektromotorski pogoni z izmeničnimi stroji, aktivni močnostni filtri, transportni sistemi.	Modern architectures of microprocessor systems. Digital signal processors. Hardware and software development tools. Operating systems for real time applications. Program languages. Discrete transfer functions, algorithms and programming of control elements (transcendental functions, integrators, derivations, controllers…). Digital signal analysis, spectral analysis and Fast Fourier transform (DFT, FFT). Theoretical concept and realization of digital filters. Practical applications of microprocessors on power electronics systems: AC drives, active power filters, transport systems.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Pisno gradivo - prirejeno za predmet
2. Ambrožič, Vanja: Mikroračunalniki v močnostni elektroniki, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 2001
3. S. M. Kuo, B. H. Lee, Real-Time Digital Signal Processing, John Wiley, 2001
4. Ambrožič, Vanja, Zajec, Peter. Električni servo pogoni. 1. izd. V Ljubljani: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ-CIRED, 2016.
5. Steven W. Smith, The scientist and engineer's guide to digital signal processing, 1999, California Technical Pub.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj predmeta je seznaniti študente s sodobnimi mikroprocesorskimi sistemi za obdelovanje signalov v	Objective of the course in to get the students acquainted with modern microprocessor systems that

realnem času in regulacije v visokodinamičnih mehatronskih sistemih.	can process the signals in real time and control high dynamics mechatronic systems.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Študent se bo naučil programirati mikroprocesorske sisteme za hitre aplikacije v realnem času. Razumel bo prednosti in omejitve pri realizaciji procesorsko reguliranih sistemov energetske elektronike, ki so sestavni del mehatronskega sklopa, pri čemer se bo seznanil z najsodobnejšimi orodji na tem področju. **Uporaba**: Pri predmetu je močno poudarjeno povezovanje med teorijo in prakso, saj bo študent pridobljeno znanje vseskozi preverjal na realnem procesorskem modelu, ki ga srečujemo v industrijski praksi. **Refleksija**: Študent bo imel možnost povezovanja matematičnega ozadja, njegovega zapisa v računalniških algoritmih in praktične aplikacije na področju procesiranja signalov v realnem času, kar je prisotno v industrijskih aplikacijah. **Prenosljive spretnosti**: Opisana problematika vključuje uporabo visokosofisticirane in hitro se spreminjajoče mikroprocesorske tehnike. Zato mora študent posegati po spremljanju sprotnih sprememb prek strokovne literature in svetovnega spleta, kar mu bo zelo koristilo pri nadaljnjem inženirskem delu.	**Knowledge and understanding:** The student will learn how to program microprocessor for fast application in a real time. He will understand the advantages and limitations in realization of processor controlled systems of power electronics that form a mechatronic system. He will also get acquainted with modern tools in this field. **Application**: A strong connection between theory and praxis is emphasized. The student will test the acquired knowledge on a real processor model that is common in the industrial praxis. **Reflection**: The student will have the possibility of connecting the mathematical background, its translation into computer algorithms, and practical application in the field of real time signal processing, as in industrial applications. **Transferable skills:** This subject includes application of highly sophisticated and fast changing microprocessor technics. Therefore, the student has to follow the changes through specialized literature and internet, which is useful for his future engineering work.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in obvezne laboratorijske vaje na laboratorijskih mikroprocesorskih sistemih.	Oral lectures and mandatory laboratory exercises on laboratory microprocessor models.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k pisnem izpitu, pozitivna ocena pisnega izpita pa pogoj za opravljanje ustnega izpita. Prispevki k oceni: Laboratorijske vaje Pisni in ustni izpit		Negative grade is 5, positive grades are from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the written exam; its positive evaluation is a prerequisite for the oral exam. Contributions to the final grade: Laboratory exercises Written and oral exam
Laboratorijske vaje	50,00 %	Laboratory exercises
Pisni in ustni izpit	50,00 %	Written and oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. AMBROŽIČ, Vanja, ZAJEC, Peter. Električni servo pogoni. izd. V Ljubljani: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ-CIRED, 2016.
2. KONTARČEK, Andraž, NEMEC, Mitja, BAJEC, Primož, AMBROŽIČ, Vanja. Single open-phase fault detection with fault-tolerant control of an inverter-fed permanent magnet synchronous machine. Automatika, ISSN 0005-1144, 2014, vol. 55, no. 4, str. 474-486.
3. DROBNIČ, Klemen, NEMEC, Mitja, FIŠER, Rastko, AMBROŽIČ, Vanja. Simplified detection of broken rotor bars in induction motors controlled in field reference frame. Control engineering practice, ISSN 0967-0661. [Print ed.], Aug. 2012, vol. 20, no. 8, str. 761-769.
4. MAKUC, Danilo, DROBNIČ, Klemen, AMBROŽIČ, Vanja, MILJAVEC, Damijan, FIŠER, Rastko, NEMEC, Mitja. Parameters estimation of induction motor with faulty rotor. Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 2012, rok 88, 1a, str. 41-46, ilustr.

5. NEMEC, Mitja, DROBNIČ, Klemen, NEDELJKOVIĆ, David, FIŠER, Rastko, AMBROŽIČ, Vanja. Detection of broken bars in induction motor through the analysis of supply voltage modulation. IEEE transactions on industrial electronics, ISSN 0278-0046. [Print ed.], Aug. 2010, vol. 57, no. 8, str. 2879-2888.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Digitalno vodenje
Course title:	Digital Control

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64200

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Sašo Blažič

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni strokovni/Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of study.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovni koncepti sistemov digitalnega vodenja, bločna shema sistema digitalnega vodenja, časovna kvantizacija, kvantizacija po amplitudi. Matematične osnove obravnave diskretnih sistemov, časovno diskretni signali, z- in inverzna z-transformacija, Parsevalov teorem, relacija med različnimi oblikami Fourierjevih transformacij, povezava med ravninama z in s, prenosna funkcija, diskretna konvolucija. Spremenljivke stanja diskretnih sistemov, enačbe stanja in prenosna funkcija, relacija med odzivom sistema in lastnimi vrednostmi ter lastnimi vektorji, odziv sistemov kot funkcija sistemske matrike, fundamentalna matrika, metode za določevanje matrike prehajanja stanj, odziv nehomogenih linearnih sistemov, ravnotežna stanja sistemov. Frekvenčni odziv diskretnih sistemov. Diskretni ekvivalenti zveznih sistemov, diskretni ekvivalenti zveznih prenosnih funkcij, diskretni ekvivalenti zveznih sistemov, ki so opisani s spremenljivkami stanja, povezava med predstavitvami v zveznem in diskretnem prostoru, prevedba zveznih PID regulatorjev v diskretne. Vodljivost in spoznavnost diskretnih sistemov, prevedba v kanonične oblike. Stabilnost diskretnih sistemov. Kriteriji za ugotavljanje stabilnosti, stabilnost nelinearnih sistemov, direktna metoda Ljapunova.	Basic concepts of digital control, schematic representation of a digital control system, quantisation of time, quantisation of the signal value. Mathematical bases of discrete systems, sampled signals, z-transform, inverse z-transform, Parseval's theorem, relations among different forms of Fourier transform, relation between z- and s-planes, transfer function, discrete convolution. States of discrete systems, state-space representation and transfer function, relation between system response and system eigen-values and eigen-vectors, system response as a function of the system matrix, fundamental matrix, methods for determination of a state transition matrix, the response of non-homogenous linear systems, equilibrium states of the systems. Frequency response of discrete systems. Discrete equivalent of continuous systems, discrete equivalent of continuous transfer functions, discrete equivalent of continuous systems given by state-space representations, the relation between continuous and discrete representations, transformation of continuous PID controllers into discrete ones. Controllability and observability of discrete systems, canonical forms. Stability of discrete systems Stability criteria, stability of nonlinear systems, direct Lyapunov method.

Regulator stanj z opazovalnikom. Osnovni regulator stanj, optimalni regulator stanj, opazovalnik stanj, Kalmanov filter, princip dualnosti.	State controller with a state observer. Basic state controller, optimal state controller, state observer, Kalman filter, duality principle.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Sašo Blažič, Digitalno vodenje, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2013.
2. Drago Matko, Diskretni regulacijski sistemi, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1991.
3. Sašo Blažič, Diskretni regulacijski sistemi, Zbirka vaj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2007.
4. Drago Matko, Računalniško vodenje procesov, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1995.
5. Gene F. Franklin, J. David Powell, Michael L. Workman, Digital Control of Dynamic Systems, Third Edition, Addison-Wesley, 1997.
6. Karl Johan Astrom , Bjorn Wittenmark, Computer-Controlled Systems: Theory and Design Third Edition, Prentice Hall 1997.
7. Gurvinder Singh Virk, Digital Computer Control Systems, Macmillan, 1991.
8. Rajko Svečko, Diskretni regulacijski sistemi, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor 2003.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
• prikazati področje diskretnih regulacijskih sistemov, to je sistemov, ki so zapisani v obliki, ki je primerna za digitalno vodenje, • podati zahtevnejše postopke za analizo in sintezo diskretnih sistemov, • podati metode pretvorb zveznih sistemov v diskretne, • podati moderne regulacijske algoritme za digitalno vodenje, • seznaniti slušatelje s problemi robustnosti digitalnega vodenja.	• To present the area of discrete control systems, i.e. the systems, given in a form suitable for digital control • To present complex methods of discrete systems analysis and design. • To show the methods of conversion of continuous systems into discrete form. • To present some modern control algorithms to be implemented in digital control. • To introduce the problems of digital control robustness.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - razumeti osnovno zgradbo sistemov digitalnega vodenja, - analizirati obnašanje diskretnih sistemov v časovnem in frekvenčnem prostoru, - opisati diskretni sistem v prostoru stanj, - načrtovati digitalno vodenje za doseganje predpisanih ciljev, - načrtovati opazovalnike za oceno notranjih stanj procesa, - izvesti algoritme digitalnega vodenja na mikrokrmilniški platformi.	After successful completion of the course, students should be able to: - understand the basic structure of digital control systems, - analyse the behaviour of discrete systems in time domain and frequency domain, - describe a discrete system in state space, - design digital control to achieve a prescribed goal, - design observers for estimation of internal process states, - implement the algorithms of digital control on a micro-controller platform.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
predavanja in laboratorijske vaje	Lectures and laboratory work

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: ocena laboratorijskih vaj pisni izpit ustno izpraševanje		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory work assessment written examination oral examination

Ocena laboratorijskih vaj	25,00 %	laboratory work assessment
pisni izpit	30,00 %	written examination
ustno izpraševanje	45,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BLAŽIČ, Sašo. Digitalno vodenje. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2013. ISBN 978-961-243-230-0.
2. BLAŽIČ, Sašo, Diskretni regulacijski sistemi, Zbirka vaj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2007.
3. BLAŽIČ, Sašo, MATKO, Drago, RODIČ, Tomaž, DOVŽAN, Dejan, MUŠIČ, Gašper, KLANČAR, Gregor. The design of observers for formation-flying control. Acta astronaut., 2013, vol. 82, no. 1, str. 60-68.
4. BOŠNAK, Matevž, MATKO, Drago, BLAŽIČ, Sašo. Quadrocopter control using an on-board video system with off-board processing. Robot. auton. syst., Apr. 2012, vol. 60, no. 4, str. 657-667.
5. BLAŽIČ, Sašo, ŠKRJANC, Igor, MATKO, Drago. Globally stable direct fuzzy model reference adaptive control. Fuzzy sets syst., 2003, vol. 139, no. 1, str. 3-33.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Digitalno vodenje
Course title:	Digital Control

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64200

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Sašo Blažič

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni strokovni/Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of study.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovni koncepti sistemov digitalnega vodenja, bločna shema sistema digitalnega vodenja, časovna kvantizacija, kvantizacija po amplitudi. Matematične osnove obravnave diskretnih sistemov, časovno diskretni signali, z- in inverzna z-transformacija, Parsevalov teorem, relacija med različnimi oblikami Fourierjevih transformacij, povezava med ravninama z in s, prenosna funkcija, diskretna konvolucija. Spremenljivke stanja diskretnih sistemov, enačbe stanja in prenosna funkcija, relacija med odzivom sistema in lastnimi vrednostmi ter lastnimi vektorji, odziv sistemov kot funkcija sistemske matrike, fundamentalna matrika, metode za določevanje matrike prehajanja stanj, odziv nehomogenih linearnih sistemov, ravnotežna stanja sistemov. Frekvenčni odziv diskretnih sistemov. Diskretni ekvivalenti zveznih sistemov, diskretni ekvivalenti zveznih prenosnih funkcij, diskretni ekvivalenti zveznih sistemov, ki so opisani s spremenljivkami stanja, povezava med predstavitvami v zveznem in diskretnem prostoru, prevedba zveznih PID regulatorjev v diskretne. Vodljivost in spoznavnost diskretnih sistemov, prevedba v kanonične oblike. Stabilnost diskretnih sistemov. Kriteriji za ugotavljanje stabilnosti, stabilnost nelinearnih sistemov, direktna metoda Ljapunova.	Basic concepts of digital control, schematic representation of a digital control system, quantisation of time, quantisation of the signal value. Mathematical bases of discrete systems, sampled signals, z-transform, inverse z-transform, Parseval's theorem, relations among different forms of Fourier transform, relation between z- and s-planes, transfer function, discrete convolution. States of discrete systems, state-space representation and transfer function, relation between system response and system eigen-values and eigen-vectors, system response as a function of the system matrix, fundamental matrix, methods for determination of a state transition matrix, the response of non-homogenous linear systems, equilibrium states of the systems. Frequency response of discrete systems. Discrete equivalent of continuous systems, discrete equivalent of continuous transfer functions, discrete equivalent of continuous systems given by state-space representations, the relation between continuous and discrete representations, transformation of continuous PID controllers into discrete ones. Controllability and observability of discrete systems, canonical forms. Stability of discrete systems Stability criteria, stability of nonlinear systems, direct Lyapunov method.

Regulator stanj z opazovalnikom. Osnovni regulator stanj, optimalni regulator stanj, opazovalnik stanj, Kalmanov filter, princip dualnosti.	State controller with a state observer. Basic state controller, optimal state controller, state observer, Kalman filter, duality principle.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Sašo Blažič, Digitalno vodenje, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2013.
2. Drago Matko, Diskretni regulacijski sistemi, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1991.
3. Sašo Blažič, Diskretni regulacijski sistemi, Zbirka vaj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2007.
4. Drago Matko, Računalniško vodenje procesov, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1995.
5. Gene F. Franklin, J. David Powell, Michael L. Workman, Digital Control of Dynamic Systems, Third Edition, Addison-Wesley, 1997.
6. Karl Johan Astrom , Bjorn Wittenmark, Computer-Controlled Systems: Theory and Design Third Edition, Prentice Hall 1997.
7. Gurvinder Singh Virk, Digital Computer Control Systems, Macmillan, 1991.
8. Rajko Svečko, Diskretni regulacijski sistemi, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor 2003.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
• prikazati področje diskretnih regulacijskih sistemov, to je sistemov, ki so zapisani v obliki, ki je primerna za digitalno vodenje, • podati zahtevnejše postopke za analizo in sintezo diskretnih sistemov, • podati metode pretvorb zveznih sistemov v diskretne, • podati moderne regulacijske algoritme za digitalno vodenje, • seznaniti slušatelje s problemi robustnosti digitalnega vodenja.	• To present the area of discrete control systems, i.e. the systems, given in a form suitable for digital control • To present complex methods of discrete systems analysis and design. • To show the methods of conversion of continuous systems into discrete form. • To present some modern control algorithms to be implemented in digital control. • To introduce the problems of digital control robustness.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - razumeti osnovno zgradbo sistemov digitalnega vodenja, - analizirati obnašanje diskretnih sistemov v časovnem in frekvenčnem prostoru, - opisati diskretni sistem v prostoru stanj, - načrtovati digitalno vodenje za doseganje predpisanih ciljev, - načrtovati opazovalnike za oceno notranjih stanj procesa, - izvesti algoritme digitalnega vodenja na mikrokrmilniški platformi.	After successful completion of the course, students should be able to: - understand the basic structure of digital control systems, - analyse the behaviour of discrete systems in time domain and frequency domain, - describe a discrete system in state space, - design digital control to achieve a prescribed goal, - design observers for estimation of internal process states, - implement the algorithms of digital control on a micro-controller platform.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
predavanja in laboratorijske vaje	Lectures and laboratory work

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: ocena laboratorijskih vaj pisni izpit ustno izpraševanje		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory work assessment written examination oral examination

Ocena laboratorijskih vaj	25,00 %	laboratory work assessment
pisni izpit	30,00 %	written examination
ustno izpraševanje	45,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BLAŽIČ, Sašo. Digitalno vodenje. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2013. ISBN 978-961-243-230-0.
2. BLAŽIČ, Sašo, Diskretni regulacijski sistemi, Zbirka vaj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2007.
3. BLAŽIČ, Sašo, MATKO, Drago, RODIČ, Tomaž, DOVŽAN, Dejan, MUŠIČ, Gašper, KLANČAR, Gregor. The design of observers for formation-flying control. Acta astronaut., 2013, vol. 82, no. 1, str. 60-68.
4. BOŠNAK, Matevž, MATKO, Drago, BLAŽIČ, Sašo. Quadrocopter control using an on-board video system with off-board processing. Robot. auton. syst., Apr. 2012, vol. 60, no. 4, str. 657-667.
5. BLAŽIČ, Sašo, ŠKRJANC, Igor, MATKO, Drago. Globally stable direct fuzzy model reference adaptive control. Fuzzy sets syst., 2003, vol. 139, no. 1, str. 3-33.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Dinamični pojavi v elektroenergetskih sistemih
Course title:	Power System Dynamic Phenomena

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64283

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Rafael Mihalič
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovni pojmi in vzroki nastanka dinamičnih pojavov v elektroenergetskih sistemih (EES), osnovni tipi prehodnih pojavov in temeljni principi analize posameznih vrst prehodnih pojavov, principi modeliranja elementov EES za analizo dinamičnih pojavov glede na časovni okvir dinamike pojava, analiza pojavov, ki jih obravnavamo s principi linearizacije sistemov (prostor stanj, lastne vrednosti, vodljivost, spoznavnost,), metode reševanja časovno diskretnih sistemov, analiza pojavov, ki jih obravnavamo z metodami analize nelinearnih sistemov, analiza značilnih dinamičnih pojavov v EES (samovzbujena nihanja, tranzientna stabilnost, frekvenčna nestabilnost, potujoči valovi, asinhronski tek generatorjev, prehodni pojavi v generatorju, kratek stik v sistemu, udarni momenti generatorjev ob motnjah v omrežju, izklop kapacitivnosti, subsinhrona resonanca), ukrepi za stabilizacijo EES, osnove digitalne simulacije dinamičnih pojavov v EES, nadomestne sheme elementov EES, značilnosti numerične nestabilnost in ukrepi za odpravo, določitev začetnih pogojev omrežja, določitev začetnih pogojev za sklop generator – turbinska regulacija – napetostna regulacija, osnovne značilnosti programskih orodij za obravnavo dinamičnih pojavov, simulacije v trenutnem načinu, simulacije v stabilnostnem načinu, simulacije v realnem času.	Basic facts and ground reasons behind electric power system (EPS) dynamic phenomena occurrence, categorization of different dynamic phenomena, basic principles for analysis of each phenomenon type, EPS elements modelling principles for different time-scale dynamic phenomena, small-signal stability EPS analysis (linear state-space modelling, eigenvalues, system controllability and observability, etc.), methods for discrete-time systems analysis, approaches to non-linear systems dynamic phenomena analysis, analysis of typical and most common types of EPS dynamic phenomena (oscillations, transient stability, frequency stability, travelling waves, asynchronous operation of a synchronous machine, transient phenomena within a synchronous machine, short-circuit events in EPS, impact torque on synchronous generators as a consequence of different EPS events, capacitive-current switching, sub-synchronous resonance), measures for the stabilization of EPS operation, basic principles of dynamic phenomena digital simulation techniques, equivalent circuits of different EPS elements, numerical instability issues and measures for its avoidance, setting-up EPS model initial conditions, setting-up initial conditions for a composite model synchronous generator – governor – exciter, basic characteristics of dynamic simulation software tools, momentary mode dynamic simulations, stability mode dynamic simulations, real-time dynamic simulations.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. MIHALIČ, Rafael. *Stabilnost in dinamični pojavi v elektroenergetskih sistemih : osnovni pojmi s primeri*. Ljubljana: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ - CIRED, 2013. 261 str., ilustr. ISBN 978-961-6265-23-2.
2. Kundur P., Power System Stability and Control, McGraw Hill, 1994.
3. Machowski J. Bialek J. W., Bumby J. R., Power System Dynamics and Stability, John Wiley & Sons, 1997.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta Dinamični pojavi v elektroenergetskih sistemih je podati razumevanje fizikalnega ozadja nastanka in okoliščin obratovanja EES, ki privedejo do nastanka določenih dinamičnih pojavov v EES. Ti so lahko vzrok obratovalnih problemov EES in, kakor se je izkazalo, eden glavnih vzrokov razpadov delov ali celotnih EES. Zato naj bi študent tudi spoznal nekatere primere in dobil »občutek« za posledice do katerih v obratovanju lahko privede problem nestabilnosti EES. Pri matematični obravnavi pojavov je poudarek na praktični uporabi matematičnih znanj iz področja diferencialnega računa in razumevanju matematičnega ozadja pri opisovanju fizikalnih pojavov in njihovi simulaciji. To je namreč pogoj za kompetentno uporabo ustreznih simulacijskih programskih orodij.	The objective of the course on Power System Dynamic Phenomena is to to provide an understanding of the physical background of the origin and the conditions of operation of an EPS, which may lead to the appearance of certain dynamic phenomena in an EES. These can be the cause of the operational problems in EPSs and, as it turned out, was one of the main causes for the blackouts in the past. Therefore, the students should also get acquainted with some examples and get a "feeling" of the consequences for which the problem of instability of the EES can be caused in operation. In the mathematical treatment of phenomena, the attention is given the practical application of mathematical knowledge in the field of differential calculus and the understanding of the mathematical background in describing physical phenomena and their simulation. This is a prerequisite for the competent use of the relevant simulation software tools.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi študenti: • razumeli vzroke nastanka izbranih dinamičnih pojavov v EES in njihovim vplivom na obratovanje EES, • poznali vrste stabilnosti v EES in njihovo razdelitev glede na značilne dinamične pojave, • spoznali in uporabljali ustrezne matematične pristope za obravnavo različnih tipov stabilnosti, • sposobni uporabljati programska orodja za simulacijo dinamičnih pojavov v EES.	After successful completion of the course, students should: • understand the causes of selected dynamic phenomena in an EPS and their influence to an EPS operation, • know the types of stability of an EPS and stability categorization regarding dynamic phenomena characterising them, • get to know and use mathematical approaches for considering various stability categories, • be able to use software tools for simulating dynamic phenomena in EPS.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in laboratorijske vaje	Lectures and practical laboratory courses

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative gradess is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MIHALIČ, Rafael. *Stabilnost in dinamični pojavi v elektroenergetskih sistemih : osnovni pojmi s primeri*. Ljubljana: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ - CIRED, 2013.
2. RUDEŽ, Urban, MIHALIČ, Rafael. Analysis of underfrequency load shedding using a frequency gradient. *IEEE transactions on power delivery*, vol. 26, no. 2, str. 565-575.
3. MIHALIČ, Rafael, GABRIJEL, Uroš. A structure-preserving energy function for a static series synchronous compensator. *IEEE transactions on power systems*, vol. 19, no. 3, str. 1501-1507.
4. RUDEŽ, Urban, MIHALIČ, Rafael. Monitoring the first frequency derivative to improve adaptive underfrequency load-shedding schemes. *IEEE transactions on power systems*, 2011, vol. 26, no. 2, str. 839-846.
5. GAŠPERIČ, Samo, MIHALIČ, Rafael. The impact of serial controllable FACTS devices on voltage stability. *International journal of electrical power & energy systems*, Jan. 2015, vol. 64, str. 1040-1048.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Dinamični pojavi v elektroenergetskih sistemih
Course title:	Power System Dynamic Phenomena

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64283E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Rafael Mihalič
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovni pojmi in vzroki nastanka dinamičnih pojavov v elektroenergetskih sistemih (EES), osnovni tipi prehodnih pojavov in temeljni principi analize posameznih vrst prehodnih pojavov, principi modeliranja elementov EES za analizo dinamičnih pojavov glede na časovni okvir dinamike pojava, analiza pojavov, ki jih obravnavamo s principi linearizacije sistemov (prostor stanj, lastne vrednosti, vodljivost, spoznavnost,), metode reševanja časovno diskretnih sistemov, analiza pojavov, ki jih obravnavamo z metodami analize nelinearnih sistemov, analiza značilnih dinamičnih pojavov v EES (samovzbujena nihanja, tranzientna stabilnost, frekvenčna nestabilnost, potujoči valovi, asinhronski tek generatorjev, prehodni pojavi v generatorju, kratek stik v sistemu, udarni momenti generatorjev ob motnjah v omrežju, izklop kapacitivnosti, subsinhrona resonanca), ukrepi za stabilizacijo EES, osnove digitalne simulacije dinamičnih pojavov v EES, nadomestne sheme elementov EES, značilnosti numerične nestabilnost in ukrepi za odpravo, določitev začetnih pogojev omrežja, določitev začetnih pogojev za sklop generator – turbinska regulacija – napetostna regulacija, osnovne značilnosti programskih orodij za obravnavo dinamičnih pojavov, simulacije v trenutnem načinu, simulacije v stabilnostnem načinu, simulacije v realnem času.	Basic facts and ground reasons behind electric power system (EPS) dynamic phenomena occurrence, categorization of different dynamic phenomena, basic principles for analysis of each phenomenon type, EPS elements modelling principles for different time-scale dynamic phenomena, small-signal stability EPS analysis (linear state-space modelling, eigenvalues, system controllability and observability, etc.), methods for discrete-time systems analysis, approaches to non-linear systems dynamic phenomena analysis, analysis of typical and most common types of EPS dynamic phenomena (oscillations, transient stability, frequency stability, travelling waves, asynchronous operation of a synchronous machine, transient phenomena within a synchronous machine, short-circuit events in EPS, impact torque on synchronous generators as a consequence of different EPS events, capacitive-current switching, sub-synchronous resonance), measures for the stabilization of EPS operation, basic principles of dynamic phenomena digital simulation techniques, equivalent circuits of different EPS elements, numerical instability issues and measures for its avoidance, setting-up EPS model initial conditions, setting-up initial conditions for a composite model synchronous generator – governor – exciter, basic characteristics of dynamic simulation software tools, momentary mode dynamic simulations, stability mode dynamic simulations, real-time dynamic simulations.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. MIHALIČ, Rafael. *Stabilnost in dinamični pojavi v elektroenergetskih sistemih : osnovni pojmi s primeri*. Ljubljana: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ - CIRED, 2013. 261 str., ilustr. ISBN 978-961-6265-23-2.
2. Kundur P., Power System Stability and Control, McGraw Hill, 1994.
3. Machowski J. Bialek J. W., Bumby J. R., Power System Dynamics and Stability, John Wiley & Sons, 1997.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta Dinamični pojavi v elektroenergetskih sistemih je podati razumevanje fizikalnega ozadja nastanka in okoliščin obratovanja EES, ki privedejo do nastanka določenih dinamičnih pojavov v EES. Ti so lahko vzrok obratovalnih problemov EES in, kakor se je izkazalo, eden glavnih vzrokov razpadov delov ali celotnih EES. Zato naj bi študent tudi spoznal nekatere primere in dobil »občutek« za posledice do katerih v obratovanju lahko privede problem nestabilnosti EES. Pri matematični obravnavi pojavov je poudarek na praktični uporabi matematičnih znanj iz področja diferencialnega računa in razumevanju matematičnega ozadja pri opisovanju fizikalnih pojavov in njihovi simulaciji. To je namreč pogoj za kompetentno uporabo ustreznih simulacijskih programskih orodij.	The objective of the course on Power System Dynamic Phenomena is to to provide an understanding of the physical background of the origin and the conditions of operation of an EPS, which may lead to the appearance of certain dynamic phenomena in an EES. These can be the cause of the operational problems in EPSs and, as it turned out, was one of the main causes for the blackouts in the past. Therefore, the students should also get acquainted with some examples and get a "feeling" of the consequences for which the problem of instability of the EES can be caused in operation. In the mathematical treatment of phenomena, the attention is given the practical application of mathematical knowledge in the field of differential calculus and the understanding of the mathematical background in describing physical phenomena and their simulation. This is a prerequisite for the competent use of the relevant simulation software tools.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi študenti: • razumeli vzroke nastanka izbranih dinamičnih pojavov v EES in njihovim vplivom na obratovanje EES, • poznali vrste stabilnosti v EES in njihovo razdelitev glede na značilne dinamične pojave, • spoznali in uporabljali ustrezne matematične pristope za obravnavo različnih tipov stabilnosti, • sposobni uporabljati programska orodja za simulacijo dinamičnih pojavov v EES.	After successful completion of the course, students should: • understand the causes of selected dynamic phenomena in an EPS and their influence to an EPS operation, • know the types of stability of an EPS and stability categorization regarding dynamic phenomena characterising them, • get to know and use mathematical approaches for considering various stability categories, • be able to use software tools for simulating dynamic phenomena in EPS.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in laboratorijske vaje	Lectures and practical laboratory courses

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative gradess is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MIHALIČ, Rafael. *Stabilnost in dinamični pojavi v elektroenergetskih sistemih : osnovni pojmi s primeri*. Ljubljana: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ - CIRED, 2013.
2. RUDEŽ, Urban, MIHALIČ, Rafael. Analysis of underfrequency load shedding using a frequency gradient. *IEEE transactions on power delivery*, vol. 26, no. 2, str. 565-575.
3. MIHALIČ, Rafael, GABRIJEL, Uroš. A structure-preserving energy function for a static series synchronous compensator. *IEEE transactions on power systems*, vol. 19, no. 3, str. 1501-1507.
4. RUDEŽ, Urban, MIHALIČ, Rafael. Monitoring the first frequency derivative to improve adaptive underfrequency load-shedding schemes. *IEEE transactions on power systems*, 2011, vol. 26, no. 2, str. 839-846.
5. GAŠPERIČ, Samo, MIHALIČ, Rafael. The impact of serial controllable FACTS devices on voltage stability. *International journal of electrical power & energy systems*, Jan. 2015, vol. 64, str. 1040-1048.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Električni servo sistemi
Course title:	Electric Servo Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64231S

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Vanja Ambrožič

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Definicija servo pogonov, pomanjkljivosti klasičnih pristopov, napetostno/frekvenčno napajanje izmeničnih strojev. Krmiljenje pretvorniških vezij in modulacijske metode. Vektorski modeli izmeničnih strojev in primerjava z enosmernimi stroji, teorija orientacije polja, regulacija servo pogonov z asinhronskimi, sinhronskimi, elektronsko komutiranimi in reluktančnimi motorji. Najnovejše metode krmiljenja in regulacij izmeničnih strojev. Brezsenzorska regulacija. Diskretne regulacije in teorija multivariabilnih sistemov na področju servopogonov. Mikroprocesorski sistemi v servopogonih.	Definition of servo drives, deficiencies of classical approaches, voltage/frequency supplying of AC machines. Control of converters and modulation approaches. Vector models of AC machines in comparison to DC machines, Field orientation theory, control of servo drives with induction, synchronous, electronically commutated and reluctance motors. Modern methods for open- and closed-loop control. Sensorless control. Discrete control and theory of MIMO systems in the area of servo drives. Microprocessors in servo drives.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Ambrožič Vanja, Zajec Peter: »Električni servo pogoni«, Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ-CIRED, 2016.
2. Ambrožič Vanja: »Mikroračunalniki v močnostni elektroniki«, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 2001
3. Leonhard W.: “Control of Electrical Drives”, Springer, Berlin, 2001
4. Bose B. K.: “Modern Power Electronics and AC Drives”, Prentice Hall, 2002

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Spoznavanje servopogonov, ki so osnova sodobne mehatronike, kompleksnosti njihove regulacije, integiranja komponent in problematike izbire primernega motorja.	Getting to know servo drives, as basis for modern mechatronics, their complexity, and integration of components. Choosing the suitable motor.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Znanje in razumevanje: Študent se bo seznanil z nalogami servo pogonov, opisal bo možnosti in probleme realizacije pri uporabi različnih strojev ter preučil najsodobnejše regulacijske pristope. **Uporaba**: Konkretni izračuni in optimiziranja regulacijskih zank skozi primere različnih elektromotorskih pogonov. Izvedba modeliranja splošnih diskretnih in multidimenzionalnih sistemov. **Analiza**: Skozi simulacije in testiranja reguliranih pogonov bo možno ovrednotenje primerjava med idealnimi, teoretičnimi modeli in industrijskimi pogoni v realnem, z motnjami obremenjenem okolju. **Prenosljive spretnosti**: Uporaba informacijske tehnike: samostojno sestavljanje simulacijskih modelov reguliranih pogonov - Računske spretnosti: izračun in optimiziranje parametrov regulatorjev.	**Knowledge and understanding:** The student will get acquainted with task performed by servo drives, will describe possibilities and problems in its realization using different machines, and will study modern control techniques. **Application:** Practical calculation and optimization of control loops through examples of different electrical drives. Implementation of general modelling of discrete and multivariable systems. **Analisys:** An evaluations and comparison between ideal, theoretical, models and industrial drives in a real environment will be possible through simulations and testing. **Transferable skills:** Use of information technologies: building up the simulation models of servo drives. Computational skills: calculation and optimization of control parameters.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja in obvezne laboratorijske vaje na simulacijskih in laboratorijskih modelih.	Lectures and mandatory laboratory exercises on simulation and experimental models.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k pisnem izpitu, pozitivna ocena pisnega izpita pa pogoj za opravljanje ustnega izpita. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni in ustni izpit		Negative grade is 5, positive grades are from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the written exam; its positive evaluation is a prerequisite for the oral exam. Contributions to the final grade: laboratory exercises written and oral exam
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni in ustni izpit	50,00 %	written and oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. AMBROŽIČ, Vanja, ZAJEC, Peter. Električni servo pogoni. izd. V Ljubljani: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ-CIRED, 2016. ISBN 978-961-6265-27-0. [COBISS.SI-ID 283707392]
2. KONTARČEK, Andraž, BAJEC, Primož, NEMEC, Mitja, AMBROŽIČ, Vanja, NEDELJKOVIĆ, David. Cost-effective three-phase PMSM drive tolerant to open-phase fault. IEEE transactions on industrial electronics, ISSN 0278-0046. [Print ed.], Nov. 2015, vol. 62, no. 11, str. 6708-6718, ilustr., doi: 10.1109/TIE.2015.2437357. [COBISS.SI-ID 11176276]
3. DROBNIČ, Klemen, NEMEC, Mitja, FIŠER, Rastko, AMBROŽIČ, Vanja. Simplified detection of broken rotor bars in induction motors controlled in field reference frame. Control engineering practice, ISSN 0967-0661. [Print ed.], Aug. 2012, vol. 20, no. 8, str. 761-769, ilustr. [COBISS.SI-ID 9208660]
4. MAKUC, Danilo, DROBNIČ, Klemen, AMBROŽIČ, Vanja, MILJAVEC, Damijan, FIŠER, Rastko, NEMEC, Mitja. Parameters estimation of induction motor with faulty rotor. Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 2012, rok 88, 1a, str. 41-46, ilustr. [COBISS.SI-ID 8870228]
5. NEMEC, Mitja, DROBNIČ, Klemen, NEDELJKOVIĆ, David, FIŠER, Rastko, AMBROŽIČ, Vanja. Detection of broken bars in induction motor through the analysis of supply voltage modulation. IEEE transactions on industrial electronics, ISSN 0278-0046. [Print ed.], Aug. 2010, vol. 57, no. 8, str. 2879-2888, ilustr. [COBISS.SI-ID 7819604]

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Elektromotorski pogoni
Course title:	Electrical Drives

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64221

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Rastko Fišer
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovne komponente elektromotorskih pogonov. Kratek zgodovinski pregled razvoja področja, trenutno stanje in trendi razvoja. Stacionarna in dinamična stanja elektromotorskih pogonov. Obratovalne karakteristike električnih motorjev in delovnih strojev. Vztrajnostni momenti v pogonskem sistemu, osnovna pogonska enačba, dinamični vrtilni moment. Mehanski prehodni pojavi, statična stabilnost pogonskega sistema. Izvedbe, priključevanje, označevanje in hlajenje električnih motorjev. Enosmerni, asinhronski in sinhronski motorji v pogonski tehniki - značilnosti izvedb, načini napajanja, stacionarne in dinamične pogonske karakteristike, parametri s katerimi vplivamo na spremembe obratovalnih karakteristik. Nastavljanje vrtilne hitrosti. Problematika in izvedbe zagona in zaviranja. Izbira pogonskih motorjev, segrevanje in ohlajanje. Normirane vrste obratovanja električnih strojev. Metode za določanje moči pogonskih motorjev. Kompenzacija jalove energije izmeničnih električnih motorjev. Moderne izvedbe energijsko varčnih električnih motorjev in problematika njihove vgradnje v pogonske sisteme - tehnični in ekonomski vidik. Principi načrtovanja elektromotorskih pogonov z visokim izkoristkom in zanesljivostjo obratovanja. Standardna zaščita elektromotorskih pogonov.	Components of electrical drives. Past, present and future trends in drive systems. Stationary and transient states of electrical drives. Characteristics of electric motors, typical load torques. Moments of inertia of complex drive systems, accelerating torque. Electrical and mechanical transients, stability problem of drive system. Types of electric motors, their supplying, connection, selecting and cooling. Electric motors in drive systems: DC (commutator and brushless) machines. Induction (slip ring, squirrel cage, solid rotor) machines. Synchronous (field winding, permanent magnet, reluctance) machines. Principles of operation, speed-torque characteristics and possibilities of their modifications. Starting and breaking dynamics, classical and modern principles of speed and motion control. 4Q operation. Methods for selecting the drive types. Sizing and dimensioning electric motors. Thermal conditions, cooling principles, standard and user defined duty types. Reactive power compensation. Energy efficient motors and drive systems – technical and economical aspects, principles of energy savings. Electrical drives with increased reliability and fault tolerant operation. Standard protection of drive systems.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. R. Fišer, Interno študijsko gradivo v pisni in elektronski obliki (Internal study material).
2. J. Weidauer, R. Messer, Electrical Drives – Principles, Planning, Applications, Solutions, Publicis Publishing, Siemens, 2014
3. A. Hughes, B. Drury, Electric Motors and Drives – Fundamentals, Types, Applications, 4th Ed., Newness, Elsevier, 2013.
4. B. Drury, The Control Techniques Drives and Controls Handbook, 2nd Ed., IET, 2009.
5. A. Emadi, Energy-Efficient Electric Motors, Marcel Dekker, 2005.
6. T. Wildi, Electrical Machines, Drives, and Power Systems, Pearson, Prentice Hall, 2006.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Osvojiti znanja in postopke za načrtovanje, dimenzioniranje, optimizacijo in prilagajanje električnih pogonskih motorjev delovnim strojem v industrijskih in transportnih sistemih. Usposobiti slušatelje za izbiro in izvedbo energijsko varčnih, zanesljivih in cenovno ustreznih elektromotorskih pogonov.	Student will be provided with the knowledge and procedures for design, optimization and maintenance of grid supplied and controlled electrical drives in industrial and traction systems. They will be able to choose and carry out energy efficient, reliable and cost effective electrical drives.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - Oceniti trenutno stanje in trende na področju električnih pogonov. - Pojasniti razlike med omrežno napajanimi, krmiljenimi in reguliranimi električnimi pogoni - Pojasniti fizikalni princip delovanja temeljnih vrst električnih pogonov. - Opisati sestavne komponente integriranih električnih pogonov. - Razložiti delovanje sklopa električni motor-mehansko breme. - Raziskati odvisnost statičnih in dinamičnih obratovalnih karakteristik pogonskih motorjev od vhodnih parametrov, s katerimi krmilimo in reguliramo delovanje sistema. - Utemeljiti izbiro optimalnega električnega motorja. - Oceniti ključno vlogo energijske učinkovitosti in izkoristka pri vodenju električnih pogonov. - Prepoznati pomen zanesljivosti in varnosti pri delovanju električnih pogonov. - Upravljati z modernimi izvedbami električnih pogonov, ki so značilne za industrijsko prakso	After successful completion of the course, students should be able to: - Evaluate state-of-the-art and perspectives of electrical drives. - Explain the difference between grid supplied and inverter fed electrical drives. - Clarify physical operational principles of basic drive types. - Describe main components of integrated drive systems. - Explain in details behaviour of electrical motor and mechanical load connection. - Research the influence of control parameters on static and dynamic characteristics of drive motors. - Establish the optimal selection of electrical motor type. - Estimate the importance of energy efficiency operation of controlled electrical drives. - Recognize the significance of reliability and safety in drive operation. - Manipulate with modern types of electrical drives which are most used in industry practice.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja s predstavljenimi teoretičnimi osnovami obravnavanih poglavij. Študentom je na voljo študijsko gradivo s podrobno vsebino. Uspešno opravljanje praktičnih nalog na laboratorijskih vajah, ki potekajo v manjših skupinah, je zagotovljeno s predhodnimi pripravami, kjer se študenti seznanijo z računskimi in demonstracijskimi primeri.	The lectures provide a theoretical background on discussed topics. A complete study material is available to the students. Successful practical work on laboratory excercises, which take place in smaller groups, enables prior acquaintance of the students with computational and demo tasks.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory

laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: - laboratorijske vaje - pisni izpit - ustni izpit		exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: - laboratory exercises - written exam - oral examination
laboratorijske vaje	25,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. GAŠPARIN, Lovrenc, **FIŠER, Rastko**. Cogging torque sensitivity to permanent magnet tolerance combinations. *Archives of electical engineering*, 2013, vol. 62, no. 3, str. 449-46
2. **FIŠER, Rastko**, LAVRIČ, Henrik, BUGEZA, Miroslav, MAKUC, Danilo. Computations of magnetic field anomalies in synchronous generator due to rotor excitaton coil faults. *IEEE transactions on magnetics*, May 2013, vol. 49, no. 5, str. 2303-2306.
3. DROBNIČ, Klemen, NEMEC, Mitja, **FIŠER, Rastko**, AMBROŽIČ, Vanja. Simplified detection of broken rotor bars in induction motors controlled in field reference frame. *Control engineering practice*, [Print ed.], Aug. 2012, vol. 20, no. 8, str. 761-769.
4. GAŠPARIN, Lovrenc, ČERNIGOJ, Andrej, **FIŠER, Rastko**. Additional cogging torque components due to asymmetry in stator back iron of PM synchronous motors. *Compel*, 2011, vol. 30, no. 3, str. 894-905.
5. NEMEC, Mitja, DROBNIČ, Klemen, NEDELJKOVIĆ, David, **FIŠER, Rastko**, AMBROŽIČ, Vanja. Detection of broken bars in induction motor through the analysis of supply voltage modulation. *IEEE transactions on industrial electronics*, [Print ed.], Aug. 2010, vol. 57, no. 8, str. 2879-2888.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Elektromotorski pogoni
Course title:	Electrical Drives

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64221

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Rastko Fišer
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovne komponente elektromotorskih pogonov. Kratek zgodovinski pregled razvoja področja, trenutno stanje in trendi razvoja. Stacionarna in dinamična stanja elektromotorskih pogonov. Obratovalne karakteristike električnih motorjev in delovnih strojev. Vztrajnostni momenti v pogonskem sistemu, osnovna pogonska enačba, dinamični vrtilni moment. Mehanski prehodni pojavi, statična stabilnost pogonskega sistema. Izvedbe, priključevanje, označevanje in hlajenje električnih motorjev. Enosmerni, asinhronski in sinhronski motorji v pogonski tehniki - značilnosti izvedb, načini napajanja, stacionarne in dinamične pogonske karakteristike, parametri s katerimi vplivamo na spremembe obratovalnih karakteristik. Nastavljanje vrtilne hitrosti. Problematika in izvedbe zagona in zaviranja. Izbira pogonskih motorjev, segrevanje in ohlajanje. Normirane vrste obratovanja električnih strojev. Metode za določanje moči pogonskih motorjev. Kompenzacija jalove energije izmeničnih električnih motorjev. Moderne izvedbe energijsko varčnih električnih motorjev in problematika njihove vgradnje v pogonske sisteme - tehnični in ekonomski vidik. Principi načrtovanja elektromotorskih pogonov z visokim izkoristkom in zanesljivostjo obratovanja. Standardna zaščita elektromotorskih pogonov.	Components of electrical drives. Past, present and future trends in drive systems. Stationary and transient states of electrical drives. Characteristics of electric motors, typical load torques. Moments of inertia of complex drive systems, accelerating torque. Electrical and mechanical transients, stability problem of drive system. Types of electric motors, their supplying, connection, selecting and cooling. Electric motors in drive systems: DC (commutator and brushless) machines. Induction (slip ring, squirrel cage, solid rotor) machines. Synchronous (field winding, permanent magnet, reluctance) machines. Principles of operation, speed-torque characteristics and possibilities of their modifications. Starting and breaking dynamics, classical and modern principles of speed and motion control. 4Q operation. Methods for selecting the drive types. Sizing and dimensioning electric motors. Thermal conditions, cooling principles, standard and user defined duty types. Reactive power compensation. Energy efficient motors and drive systems – technical and economical aspects, principles of energy savings. Electrical drives with increased reliability and fault tolerant operation. Standard protection of drive systems.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. R. Fišer, Interno študijsko gradivo v pisni in elektronski obliki (Internal study material).
2. J. Weidauer, R. Messer, Electrical Drives – Principles, Planning, Applications, Solutions, Publicis Publishing, Siemens, 2014
3. A. Hughes, B. Drury, Electric Motors and Drives – Fundamentals, Types, Applications, 4th Ed., Newness, Elsevier, 2013.
4. B. Drury, The Control Techniques Drives and Controls Handbook, 2nd Ed., IET, 2009.
5. A. Emadi, Energy-Efficient Electric Motors, Marcel Dekker, 2005.
6. T. Wildi, Electrical Machines, Drives, and Power Systems, Pearson, Prentice Hall, 2006.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Osvojiti znanja in postopke za načrtovanje, dimenzioniranje, optimizacijo in prilagajanje električnih pogonskih motorjev delovnim strojem v industrijskih in transportnih sistemih. Usposobiti slušatelje za izbiro in izvedbo energijsko varčnih, zanesljivih in cenovno ustreznih elektromotorskih pogonov.	Student will be provided with the knowledge and procedures for design, optimization and maintenance of grid supplied and controlled electrical drives in industrial and traction systems. They will be able to choose and carry out energy efficient, reliable and cost effective electrical drives.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - Oceniti trenutno stanje in trende na področju električnih pogonov. - Pojasniti razlike med omrežno napajanimi, krmiljenimi in reguliranimi električnimi pogoni - Pojasniti fizikalni princip delovanja temeljnih vrst električnih pogonov. - Opisati sestavne komponente integriranih električnih pogonov. - Razložiti delovanje sklopa električni motor-mehansko breme. - Raziskati odvisnost statičnih in dinamičnih obratovalnih karakteristik pogonskih motorjev od vhodnih parametrov, s katerimi krmilimo in reguliramo delovanje sistema. - Utemeljiti izbiro optimalnega električnega motorja. - Oceniti ključno vlogo energijske učinkovitosti in izkoristka pri vodenju električnih pogonov. - Prepoznati pomen zanesljivosti in varnosti pri delovanju električnih pogonov. - Upravljati z modernimi izvedbami električnih pogonov, ki so značilne za industrijsko prakso	After successful completion of the course, students should be able to: - Evaluate state-of-the-art and perspectives of electrical drives. - Explain the difference between grid supplied and inverter fed electrical drives. - Clarify physical operational principles of basic drive types. - Describe main components of integrated drive systems. - Explain in details behaviour of electrical motor and mechanical load connection. - Research the influence of control parameters on static and dynamic characteristics of drive motors. - Establish the optimal selection of electrical motor type. - Estimate the importance of energy efficiency operation of controlled electrical drives. - Recognize the significance of reliability and safety in drive operation. - Manipulate with modern types of electrical drives which are most used in industry practice.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja s predstavljenimi teoretičnimi osnovami obravnavanih poglavij. Študentom je na voljo študijsko gradivo s podrobno vsebino. Uspešno opravljanje praktičnih nalog na laboratorijskih vajah, ki potekajo v manjših skupinah, je zagotovljeno s predhodnimi pripravami, kjer se študenti seznanijo z računskimi in demonstracijskimi primeri.	The lectures provide a theoretical background on discussed topics. A complete study material is available to the students. Successful practical work on laboratory excercises, which take place in smaller groups, enables prior acquaintance of the students with computational and demo tasks.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory

laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: - laboratorijske vaje - pisni izpit - ustni izpit		exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: - laboratory exercises - written exam - oral examination
laboratorijske vaje	25,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. GAŠPARIN, Lovrenc, **FIŠER, Rastko**. Cogging torque sensitivity to permanent magnet tolerance combinations. *Archives of electical engineering*, 2013, vol. 62, no. 3, str. 449-46
2. **FIŠER, Rastko**, LAVRIČ, Henrik, BUGEZA, Miroslav, MAKUC, Danilo. Computations of magnetic field anomalies in synchronous generator due to rotor excitaton coil faults. *IEEE transactions on magnetics*, May 2013, vol. 49, no. 5, str. 2303-2306.
3. DROBNIČ, Klemen, NEMEC, Mitja, **FIŠER, Rastko**, AMBROŽIČ, Vanja. Simplified detection of broken rotor bars in induction motors controlled in field reference frame. *Control engineering practice*, [Print ed.], Aug. 2012, vol. 20, no. 8, str. 761-769.
4. GAŠPARIN, Lovrenc, ČERNIGOJ, Andrej, **FIŠER, Rastko**. Additional cogging torque components due to asymmetry in stator back iron of PM synchronous motors. *Compel*, 2011, vol. 30, no. 3, str. 894-905.
5. NEMEC, Mitja, DROBNIČ, Klemen, NEDELJKOVIĆ, David, **FIŠER, Rastko**, AMBROŽIČ, Vanja. Detection of broken bars in induction motor through the analysis of supply voltage modulation. *IEEE transactions on industrial electronics*, [Print ed.], Aug. 2010, vol. 57, no. 8, str. 2879-2888.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Elektronske napajalne naprave
Course title:	Modern Power Supplies

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64268E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Peter Zajec

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni/compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v visokofrekvenčne stikalne pretvornike, osnovne delitve pretvornikov ter pregled temeljnih pojmov; Kvazi-stacionarno delovanje DC/DC pretvornikov (analiza Vs in As ravnotežja, ojačenje vezja, valovitost izhodnih veličin); Obravnava krmilnih in regulacijskih postopkov namenjenih vodenju pretvornika (PWM, phase-shift PWM, DTM, histerezni regulator); Obravnava malo-signalnega modela DC/DC pretvornika (prenosna funkcija, delovanje s trganim in ne-trganim tokom); Obravnava osnovnih komponent (močnostni tranzistorji, prožilna in razbremenilna vezja) in obravnava postopkov njihovega načrtovanja; Obravnava DC/AC pretvornikov za pogon električnih motorjev in za uporabo v sistemih brezprekinitvenega napajanja (UPS) ter fotovoltaičnih sistemih (analiza delovanja, modulacijski principi, harmonski spekter); Obravnava povratnih učinkov naprav na vir napetosti in breme (ukrepi aktivnega in pasivnega filtriranja, faktorji kakovosti izhodnih veličin); Obravnava osnovnih pojmov elektromagnetne kompatibilnosti (izvori in načini razširjanja motenj) in ukrepov (načrtovanje tiskanine pretvornika, kriteriji izbire in izračun elektronskih komponent) za zmanjšanje EM motenj.	Introduction to high frequency switching converters, basic converter types and overview of basic terminology; Quasi-stationary operation of DC / DC converters (analysis of Vs and As equilibrium, circuit gain, output ripple); Introduction to open-loop and closed-loop procedures for controlling the converter (PWM, phase-shift PWM, DTM, hysteresis controller); Addressing the low-signal model of the DC / DC converter (transfer function, continuous and discontinuous current mode operation); Introduction to basic components (power transistors, driver and snubber circuits) and addressing the procedures for their design; Introduction to DC / AC converters for electric motor drives and for use in uninterruptible power supply systems (UPS) and photovoltaic systems (performance analysis, modulation principles, harmonic spectrum); Addressing the feedback effects of devices on the voltage source and burden (active and passive filtering measures, output quality factors); Addressing the basic concepts of electromagnetic compatibility (sources and methods of dissemination of interference) and measures (design of converters' PCB, selection criteria and calculation of electronic components) in order to reduce EM imitations.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. M. Milanovič: Uvod v močnostno elektroniko, učbenik, Univerza v Mariboru, Fakulteta za Elektrotehniko računalništvo in informatiko, Maribor, 1997.
2. P. Zajec: Interna skripta, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za Elektrotehniko.
3. B. K. Bose, Power Electronics And Motor Drives: Advances and Trends. Academic Press, 2010.
4. J. Jacob, Power Electronics: Principles and Applications. Cengage Learning, 2001.
5. T. L. Skvarenina, The Power Electronics Handbook. CRC Press, 2001.
6. T. Williams, EMC for Product Designers. Elsevier Science, 2011.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentu posredovati znanje s področja naprav, ki pretvarjajo električno energijo z visokimi stikalnimi frekvencami. Študent spozna topologije naprav in njim pripadajoče podenote, ki so neobhodne za zanesljivo in varno obratovanje. Predmet poda detajlnejši vpogled v delovanje in znanja za načrtovanje stikalnih napajalnih sistemov od izbire močnostnih elementov do njihove optimizacije. Študent spozna osnovne postopke in veljavnost poenostavitev pri izpeljavi matematičnih modelov, pomembnost parazitnih lastnosti vgrajenih komponent in ukrepe za odpravo in zmanjšanje povratnih vplivov na okolico pretvorniške naprave.	The objective of the course is to provide the student with knowledge about devices that convert electricity with high switching frequencies. The student learns the topology of devices and associated subunits, which are necessary for reliable and safe operation. The subject gives a more detailed insight into the operation and knowledge for designing switching power supply systems from the proper choice of power components to their optimization. The student learns about the basic procedures and the validity of simplifications taken during mathematical modelling, the importance of the parasitics of the embedded components, and the measures for eliminating and reducing the feedback effects on the surroundings of the conversion devices.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • razviti matematični model DC/DC in DC/AC pretvornikov v kvazistacionarnem delovanju in razviti prenosno funkcijo malo-signalnega modela, • opisati vlogo sestavnih komponent, • analizirati delovanje na podlagi izmerjenih potekov tokov in napetosti, • izračunati obremenitev (tok, napetost, moč) posamezne komponente, • razložiti učinke realnih lastnosti komponent na delovanje pretvornika (vpliv parazitnih induktivnosti in kapacitivnosti) • argumentirati ukrepe za odpravo in zmanjšanje povratnih vplivov pretvornikov na vir napetosti, breme in sosednje naprave.	After successful completion of the course, students should be able to: • develop a mathematical (steadystate and small-signal) model for the DC/DC and DC/AC converter, • describe the main components' role, • analyse the operation of the converter on the basis of the measured currents and voltages, • calculate the current, voltage and power stress for each component, • explain the influence of parasitic inductance and capacitance of components on the operation of the converter, • argue the countermeasures for elimination or reduction of the converters' feedback effects on the voltage source, burden and adjacent devices.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so podane teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom postopka reševanja enostavnejših praktičnih izzivov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj, katerih se študentje postopoma seznanjajo s topologijami, krmiljenjem in regulacijo stikalnih pretvornikov. Seznanijo se tudi z merilnimi instrumenti in z najbolj pogostimi nevarnostmi in napakami pri merjenju. Laboratorijski modeli omogočajo sočasno delo dveh ali treh študentov, ki ob koncu semestra poročajo o končnih rezultatih s primerjavo izsledkov iz literature.	The lectures give the theoretical basics of the discussed chapters together with the presentation of the process of solving simpler practical challenges. Students are provided with detailed study material. Practical work is carried out within laboratory exercises, where students gradually become acquainted with topologies, open-loop and closed-loop operation of switching converters. They also learn about measuring instruments and the most common hazards and measurement errors. Laboratory models allow the simultaneous work of two or three students who report the final results at the end of the semester by comparing the results from the literature.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. PETKOVŠEK, Marko, LEBAN, Aleš, NEMEC, Mitja, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Series active power filter for high-voltage synchronous generators, Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, Dec. 2013, vol. 43, no. 4, str. 228-234.
2. FLISAR, Uroš, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Voltage sag independent operation of induction motor based on Z-source inverter, Compel, ISSN 0332-1649, 2012, vol. 31, no. 6, str. 1931-1944.
3. RUPAR, Uroš, LAHAJNAR, Franci, ZAJEC, Peter. Iterative-learning-based torque-ripple compensation in a transverse flux motor, IET control theory & applications, ISSN 1751-8644, 2012, vol. 6, no. 3, str. 341-348.
4. PETKOVŠEK, Marko, KOSMATIN, Peter, ZEVNIK, Ciril, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Measurement system for testing of bipolar plates for PEM electrolyzers, Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2012, letn. 42, št. 1, str. 60-67.
5. OSTROŽNIK, Simon, BAJEC, Primož, ZAJEC, Peter. A study of a hybrid filter, IEEE transactions on industrial electronics, ISSN 0278-0046, Mar. 2010, vol. 57, no. 3, str. 935-942.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Fizika snovi
Course title:	Physics of Matter

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64312

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		15			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Tomaž Gyergyek, Veronika Kralj Iglič

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Eksperimentalne osnove kvantne mehanike. Principi kvantne mehanike. Nekaj preprostih primerov iz kvantne mehanike. Vodikov atom. Atomi z več elektroni. Osnove statistične termodinamike. Elektronski plin. Samoorganizacija molekul. Fizika elektrolitov. Elektroni v kovinah. Električni tok v snovi. Energijski pasovi v kristalih. Polprevodniki. Dielektrične lastnosti snovi. Magnetne lastnosti snovi. Superprevodnost. Osnove mehanike kontinuov in hidrodinamike. Kinetični in magnetohidrodinamski (MHD) opis plinske plazme.	Experimental basis and principles of quantum mechanics. Some simple examples described by using the methods of quantum mechanics. Hydrogen atom and other atoms. The basis of statistical thermodynamics. Electron gas. Self-assembly of molecules. Electrons in metals. Electric current in metals. Energy bands in crystals. Semiconductors. Dielectric properties of solids, liquids and gases. Magnetic properties of materials. Superconductivity. The basis of mechanics of continuous media and hydrodynamics. Plasma physics, kinetic and magnetohydrodynamic (MHD) description of plasmas.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J. Strnad, Fizika III in IV del, DZS, Ljubljana, vsakokratna nova izdaja
2. L. Solymar, D. Walsh, Lectures on the electrical properties of materials, Clarendon Press, Oxford, 1970.
3. S. Poberaj, Fizika snovi, Založba FE in FRI, 1976.
4. B.H. Brandsen, C.J. Joachain, Quantum Mechanics, Prentice Hall, vsakokratna nova izdaja.
5. R. A. Serway: Physics (international edition), Sounders Golden Sunburst Series, vsakokratna nova izdaja.
6. A. Iglič: Električne lastnosti snovi, Založba FE in FRI, 2009.
7. A. Iglič, D. Drobne, V. Kralj-Iglič, Nanostructures in Biological Systems, Pan Stanford, Singapore, 2013 (in print).
8. I. Supek, Teorijska fizika i struktura materije, Školska knjiga Zagreb, 1990.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Pridobljeno znanje naj študentom omogoči razumevanje električnih lastnosti snovi, med drugim lastnosti	The acquired knowledge will enable the students to understand the electrical properties of the materials

polprevodnikov, kovin, superprevodnikov, elektronskega plina, elektrolitskih raztopin in plinske plazme na nivoju, ki se ga pričakuje od magistra elektrotehnike.	like semiconductors, metals, superconductors, electronic gases, electrolyte solutions and gaseous plasmas.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem izpitu naj bi študenti: 1. Bili sposobni izbrati osnovne koncepte statistične fizike . 2. Bili sposobni izbrati osnovne koncepte kvantne mehanike. 3. Razlikovali koncepte mikrokanonskega, kanonskega in velekanonskega ansambla 4. Bili sposobni rešiti preproste kvantnomehanske zglede s pomočjo Schrodingerjeve enačbe (potencialna jama, potencialna bariera,…). 5. Uporabiti pridobljena matematična znanja pri delu z materiali na raznih področjih elektrotehnike. 6. Bolj poglobljeno razumeli električne in magnetne lastnosti snovi.	After successful completion of the course, students should: 1. Be able to select basic concepts of statistical physics. 2. Be able to select basic concepts of quantum mechanics. 3. Be able to tell the difference between the canonical, grand-canonical and micro-canonical ensemble . 4. Be able to solve simple quantum mechanical examples using Schrodinger equation (like potential well and potential barrier) 5. Have the ability to apply the acquired mathematical knowledge in different fields of electrotechnics. 6. Have deeper knowledge on electrical properties of materials.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, seminarji/računske vaje.	Lectures, seminars/problem solving.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Prispevki k oceni: projekt seminar		Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Contributions to final grade: project seminar
projekt	50,00 %	project
seminar	50,00 %	seminar

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. GRUENWALD, Johannes, TSKHAKAYA, David, KOVAČIČ, Jernej, ČERČEK, Milan, GYERGYEK, Tomaž, IONITA, Codrina, SCHRITTWIESER, Roman. Comparison of measured and simulated electron energy distribution functions in low-pressure helium plasmas. Plasma sources sci. technol., 2013 vol. 22, str. 015023-
2. GYERGYEK, Tomaž, KOVAČIČ, Jernej. 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, 2012, vol. 19, str. 013506.
3. GYERGYEK, Tomaž, KOVAČIČ, Jernej, ČERČEK, Milan. Potential formation in front of an electron emitting electrode immersed in a plasma that contains a monoenergetic electron beam. Phys. plasmas, 2010, vol. 17, no. 8, str. 083504.
4. SLOKAR, Tanja, LÓPEZ-MARISCAL, Carlos, KREK, Judita Lea, ŠTUKELJ, Roman, ZUPANC, Oskar, KRALJ-IGLIČ, Veronika. Effect of lidocaine and epinephrine on human erythrocyte shape and vesiculability of blood cells. Advances in condensed matter physics, ISSN 1687-8108, 2015, vol. 2015, str. 870602-1-870602-10. http://dx.doi.org/10.1155/2015/870602, doi: 10.1155/2015/870602.
5. DRAŠLER, Barbara, DROBNE, Damjana, NOVAK, Sara, VALANT, Janez, BOLJTE, Sabina, OTRIN, Lado, RAPPOLT, Michael, SARTORI, Barbara, IGLIČ, Aleš, KRALJ-IGLIČ, Veronika, ŠUŠTAR, Vid, MAKOVEC, Darko, GYERGYEK, Sašo, HOČEVAR, Matej, GODEC, Matjaž, ZUPANC, Jernej. Effects of magnetic cobalt ferrite nanoparticles on biological and artificial lipid membranes. International journal of nanomedicine, ISSN 1178-2013. [Online ed.], 2014, vol. 9, no. 1, str. 1559-1581

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Fotonika
Course title:	Photonics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64264E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Janez Krč
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni/Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
UVOD: izzivi in trendi v fotoniki, zadnja odkritja – česa se bomo dotaknili v okviru tega predmeta, sedanjost in prihodnost nanofotonike, zakaj želimo zamenjati elektron s fotonom SVETLOBA: svetloba in Maxwell - elektromagnetno valovanje, svetloba v snovi, razmere na spojih dveh snovi, svetloba in nanometrske strukture, Fourierjeva optika –zakaj?, elektro-optični in magneto-optični efekti in gradniki FOTONSKI GRADNIKI: osnove delovanja, načrtovanje in tehnologija izdelave, dejanska in možna uporaba v fotonskih vezjih: • fotonski kristali: 1D, 2D, 3D • nanostrukture s kovinskimi delci: metamateriali, negativni lomni količnik, plazmonski efekt • resonatorji, filtri in modulatorji • miniaturni laserji in nanolaserji • miniaturni fotodetektorji • poskusi optičnih tranzistorjev FOTONSKA INTEGRIRANA VEZJA: fotonsko elektronska integracija – zakaj?, sodobni primeri izvedbe integracije in uporaba vezij z zgoraj obravnavanimi nanofotonskimi gradniki, osnove Si na	INTRODUCTION: challenges and trends in the field of photonics latest achievements – what of these we will learn, today in tomorrow of nanophotonics, why to use a photon instead of an electron LIGHT: light and Maxwell - electromagnetic waves, light and matter, optical situation at an interface of two media, light interaction with nanometer size structures, Fourier optics – why?, electro-optical and magneto-optical effects and components PHOTONIC COMPONENTS: operational principles, design and technologies, use in photonic circuits: • photonic crystals: 1D, 2D, 3D, • metallic nanostructures: metamaterials, negative refractive index, plasmonic effects • resonators, filters and modulators • micro and nanolasers • micro fotodetectors • attempts towards optical transistors PHOTONIC INTEGRATED CIRCUITS (PICs): photonic electronic integration – why?, latest examples of integration of above mentioned photonic components in PICs, platforms on Si on insulator, InP

izolatorju, InP, TriPleX za fotonska vezja, spoznavanje z in uporaba orodja za načrtovanje fotonskih integriranih vezij, konkretni praktični primeri, pristopi k optičnim vratom, kako naprej in kaj nas še omejuje pri optičnem računalniku VLAKENSKI SENZORJI: interferometrični, na osnovi fotonskih kristalov, na osnovi tekočih kristalov, plazmonska detekcija, uporaba v biomedicini in na drugih področjih NANOFOTONSKE STRUKTURE V FOTOVOLTAIKI: protiodbojne strukture, fotonske strukture za učinkovito vodenje in usmerjanje svetlobe v sončnih celicah, nove izvedbe odbojnikov, praktično načrtovanje in karakterizacija nanofotonskih struktur, načrtovanje z uporabo 3D optičnega modeliranja (FEM, FDTD, RCWA), praktične karakterizacijske metode in inštrumenti (merjenje odbojnosti/prepusnosti, sipanja, kotne porazdelitve svetlobe)	material and TriPleX, design tools, examples of design, practical cases, towards optical gates, how to proceed and what is restricting us on the way towards optical computers FIBER SENSORS: interferometric, photonic crystal based, liquid crystal based, plasmonic detection, use in biomedicine and in other fields NANOPHOTONIC STRUCTURES IN PHOTOVOLTAICS: antireflection structures, light management photonic structures in solar cells, novel reflectors, practical design and characterisation of nanophotonic structures, design based on 3D optical modelling (FEM, FDTD, RCWA), characterisation methods and instruments, measurements of reflection/transmission, light scattering, angular distribution function)

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. L. Chrostowski e tal., Silicon Photonics Design: From Devices to Systems, Cambridge University Press; 2015.
2. Q. Gong e tal., Photonic Crystals: Principles and Applications, Pan Stanford, 2014.
3. G. Rajan, Optical Fiber Sensors: Advanced Techniques and Applications (Devices, Circuits, and Systems), CRC Press, 2015.
4. B. E. A. Saleh e tal., Fundamentals of Photonics (2nd Edition) Wiley-Interscience; 2007.
5. J. Krc and M. Topic, Optical modelling and simulations of thin-film photovoltaic devices, CRC Press, 2013.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilji predmeta so študentu podati sodobna znanja s področja fotonike s poudarkom na integrirani fotoniki. Osredotočamo se na fotonska integrirana vezja, vlakenske senzorje in nanofotonske strukture v fotovoltaiki. Študenti se bodo spoznali s teoretičnim ozadjem in praktičnimi vidiki pri načrtovanju in uporabi gradnikov.	The objectives of the course are to familiarize students with the state-of-the-art knowledge on photonics, especially on integrated photonics. We focus on integrated photonic circuits, fiber sensors and nanophotonic structures in photovoltaics. Students will learn theoretical background and practical issues in the design and application of the photonic devices.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • pojasniti principe delovanja obravnavanih nanofotonskih gradnikov, • specificirati pomen in uporabo osnovnih gradnikov v fotonskih integriranih vezjih, • kategorizirati različne izvedbe fotonskih integriranih vezij in opisati njihove prednosti in slabosti, • načrtati preprosta fotonska integrirana vezja, • izmeriti izbrane karakteristike nanofotonskih gradnikov, • analizirati različne izvedbe vlakenskih senzorjev.	After successful completion of the course, students should be able to: • explain operational principles of presented nanophotonic structures. • specify the meaning and possible application of basic components in photonic integrated circuits (PIC). • categorise different technologies of PICs and to describe their pros and cons. • design simple PICs • measure selected characteristics of. nanophotonic structures. • analyse different realizations of optical fiber sensors.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**

Na predavanjih so podane teoretične osnove (nano)fotonskih gradnikov in prikazani izbrani praktični primeri. Na laboratorijskih vajah se študenti usmerjajo na praktično načrtovanje predvsem fotonskih integriranih vezij in merjenje karakteristik izbranih nanofotonskih struktur.	The lectures provide a theoretical background on nano(photonic) structures, practical examples are shown. In the practical work students will focus on design of simple photonic integrated circuits. They will also measure characteristics of selected (nano)photonic structures.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: pisni izpit in ustni izpit Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Za pristop k ustnemu izpitu je potrebno pozitivno opraviti pisni izpit in hkrati uspešno opraviti vse laboratorijske vaje predmeta. Za pozitivno končno oceno mora študentka/študent pozitivno opraviti in pisni in ustni izpit. Prispevki h končni oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: written exam and oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. To take part of the oral exam there are two conditions: positive grade of the written exam and successfully finished all laboratory assignments. For the positive final grade both, written and oral exam have to be positive. Contributions to the final grade: written exam oral exam
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	60,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KRČ, Janez, TOPIČ, Marko. *Optical modeling and simulation of thin-film photovoltaic devices*. New York: CRC Press, 2013.
2. KRČ, Janez, SEVER, Martin, KOVAČIČ, Milan, MOULIN, Etienne, ČAMPA, Andrej, LIPOVŠEK, Benjamin, STELTENPOOL, Mark, ERVEN, Rob van, HAUG, Franz-Josef, BALLIF, Christophe, TOPIČ, Marko. Design of periodic nano- and macro-scale textures for high-performance thin-film multi-junction solar cells. *Journal of optics*, ISSN 2040-8978, 2016, vol. 18, no. 6, str. 1-11,
3. JOŠT, Marko, KRČ, Janez, TOPIČ, Marko. Camera-based ARS system for complete light scattering determination/characterization. *Measurement science & technology*, ISSN 0957-0233, Mar. 2016, vol. 27, no. 3, str. 1-10.
4. SEVER, Martin, KRČ, Janez, ČAMPA, Andrej, TOPIČ, Marko. Rigorous modelling of light scattering in solar cells based on finite element method and Huygens' expansion. *Optics express*, ISSN 1094-4087, 16 Nov. 2015, vol. 23, no. 24, str. A1549-1563
5. KRČ, Janez, LIPOVŠEK, Benjamin, TOPIČ, Marko. Light management in thin-film solar cell. V: LÓPEZ, Ana Belén Cristóbal (ur.), VEGA, Antonio Martí (ur.), LÓPEZ, Antonio Luque (ur.). *Next generation of photovoltaics : new concepts*, (Springer series in optical sciences, ISSN 0342-4111, 165). Berlin; Heidelberg: Springer, cop. 2012, str. 95-129.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Generatorji in transformatorji
Course title:	Generators and Transformers

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64218

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Damijan Miljavec
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni/Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Izgube v jedru, navitjih in dodatne izgube v generatorjih in transformatorjih. Vezave navitij (Y, D, Z). Vezava V (open delta). Problem magnetenja v generatorjih in transformatorjih. Dinamična analiza kratkih stikov pri generatorjih in transformatorjih. Vklopni pojav v generatorjih in transformatorjih. Segrevanje, ohlajenje in različni tipi hlajenja (ONAN, ONAF, OFAF…). Dušenje kratkih stikov. Osnovni preizkusi generatorjev in transformatorjev. Spremljanje staranja izolacije v generatorjih in transformatorjih. Obratovalna stanja (otočno obratovanja, obratovanje na togem omrežju, sinhronski kompenzator). Nihanja generatorja. Sinhronska reaktanca. Tranzientna reaktanca. Subtranzientna reaktanca. Sistem »ne-enoto«. Generatorji in transformatorji predstavljeni s simetričnimi komponentami.	The losses in the core, windings and additional losses in generators and transformers. Type of windings (Y, D, Z). Magnetization problems of generators and transformers. Dynamic analysis of short circuits in generators and transformers. Inrush phenomenon of generators and transformers. Various types of cooling (ONAN, ONAF, OFAF ...). Attenuation of short circuits. Basic tests of generators and transformers. Monitoring the aging of insulation in generators and transformers. Operating conditions (isolated operation, operating on a rigid network, synchronous compensator). Oscillations in generators. Synchronous reactance. Transient reactance. Sub-transient reactance. “Per-unit” system. Generators and transformers presented by symmetrical components.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Jereb Peter, Damijan Miljavec: Vezna teorija električnih strojev, Založba FE in FRI 2008
2. Bharat Heavy Electricals Limited: Transformers, McGraw-Hill, 2005
3. S.V. Kulkarni, S.A. Khaparde: Transformer Engineering, Marcel Dekker, Inc., 2004
4. James H. Harlow: Electric Power Transformer Engineering, CRC Press, 2003
5. Aa. Carlson, J. Fuhr, G. Schemel, F. Wegscheider: Testing of Power Transformers,
   1. Pro Print GmbH for ABB, Düsseldorf, 2003
6. Ion Boldea Variable Speed Generators, Taylor & Francis, 12. dec. 2010.
7. Juha Pyrhonen, Tapani Jokinen, Valeria Hrabovcova, Design of Rotating Electrical Machines, John Wiley & Sons, 2009.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Pridobitev poglobljenega znanja o lastnostih, konstrukcijskih značilnostih in možnostih uporabe različnih vrst generatorjev in transformatorjev.	Acquiring in-depth knowledge of different types of generators and transformers, their properties, design features and applicability.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: -predstaviti problematiko magnetenja v generatorjih in transformatorjih, -pojasniti vklopne pojave v generatorjih in transformatorjih, -aplicirati preizkuse generatorjev in transformatorjev za njihovo karakterizacijo, -analizirati kratke stike pri generatorjih in transformatorjih, -ponazoriti generatorje in transformatorje s simetričnimi komponentami. -pojasniti obratovalna stanja generatorjev in transformatorjev (otočno obratovanja, obratovanje na togem omrežju, sinhronska kompenzacija).	After successful completion of the course, students should be able to: -present the problem of magnetization in generators and transformers, -explain the transient phenomena in generators and transformers -apply experiments of generators and transformers for their characterization, - analyze short circuits within generators and transformers, - illustrate generators and transformers with symmetric components. -clarify the operating conditions of generators and transformers (island operation, operation on a rigid network, synchronous compensation).

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, demonstracije, delo z računalniškimi orodji, laboratorijske vaje, seminarske naloge, projektno delo	Lectures, demonstrations, work with computer tools, laboratory work, coursework, project work.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
1.Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit 2. Način: laboratorijske vaje, projekt. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje 10% projekt 90%		1. Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: laboratory exercises written exam oral examination 2. Type: laboratory exercises, project. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises 10% project 90%
laboratorijske vaje	10,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	30,00 %	written exam
ustni izpit	60,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. VUKOTIĆ, Mario, MILJAVEC, Damijan. Design of a permanent-magnet flux-modulated machine with a high torque density and high power factor. IET electric power applications, ISSN 1751-8660, 2016, vol. 10, iss. 1, str. 36-44.
2. VIDMAR, Gregor, MILJAVEC, Damijan. A universal high-frequency three-phase electric-motor model suitable for the delta and star winding connections. IEEE transactions on power electronics, ISSN 0885-8993, Aug. 2015, vol. 30, no. 8, str. 4365-4376.
3. VIDMAR, Gregor, MILJAVEC, Damijan, AGREŽ, Dušan. Measurement and evaluation of EDM bearing currents by the normalized Joule integral. Measurement science & technology, ISSN 0957-0233, 2014, vol. 25, no. 7, str. 1-10.
4. GOTOVAC, Gorazd, LAMPIČ, Gorazd, MILJAVEC, Damijan. Analytical model of permeance variation losses in permanent magnets of the multipole synchronous machine. IEEE transactions on magnetics, ISSN 0018-9464, Feb. 2013, vol. 49, no. 2, str. 921-928.

5. JEREB, Peter, MILJAVEC, Damijan. Vezna teorija električnih strojev. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2009.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Generatorji in transformatorji
Course title:	Generators and Transformers

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64218

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Damijan Miljavec

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni/Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Izgube v jedru, navitjih in dodatne izgube v generatorjih in transformatorjih. Vezave navitij (Y, D, Z). Vezava V (open delta). Problem magnetenja v generatorjih in transformatorjih. Dinamična analiza kratkih stikov pri generatorjih in transformatorjih. Vklopni pojav v generatorjih in transformatorjih. Segrevanje, ohlajenje in različni tipi hlajenja (ONAN, ONAF, OFAF…). Dušenje kratkih stikov. Osnovni preizkusi generatorjev in transformatorjev. Spremljanje staranja izolacije v generatorjih in transformatorjih. Obratovalna stanja (otočno obratovanja, obratovanje na togem omrežju, sinhronski kompenzator). Nihanja generatorja. Sinhronska reaktanca. Tranzientna reaktanca. Subtranzientna reaktanca. Sistem »ne-enoto«. Generatorji in transformatorji predstavljeni s simetričnimi komponentami.	The losses in the core, windings and additional losses in generators and transformers. Type of windings (Y, D, Z). Magnetization problems of generators and transformers. Dynamic analysis of short circuits in generators and transformers. Inrush phenomenon of generators and transformers. Various types of cooling (ONAN, ONAF, OFAF ...). Attenuation of short circuits. Basic tests of generators and transformers. Monitoring the aging of insulation in generators and transformers. Operating conditions (isolated operation, operating on a rigid network, synchronous compensator). Oscillations in generators. Synchronous reactance. Transient reactance. Sub-transient reactance. “Per-unit” system. Generators and transformers presented by symmetrical components.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Jereb Peter, Damijan Miljavec: Vezna teorija električnih strojev, Založba FE in FRI 2008
2. Bharat Heavy Electricals Limited: Transformers, McGraw-Hill, 2005
3. S.V. Kulkarni, S.A. Khaparde: Transformer Engineering, Marcel Dekker, Inc., 2004
4. James H. Harlow: Electric Power Transformer Engineering, CRC Press, 2003
5. Aa. Carlson, J. Fuhr, G. Schemel, F. Wegscheider: Testing of Power Transformers,
   1. Pro Print GmbH for ABB, Düsseldorf, 2003
6. Ion Boldea Variable Speed Generators, Taylor & Francis, 12. dec. 2010.
7. Juha Pyrhonen, Tapani Jokinen, Valeria Hrabovcova, Design of Rotating Electrical Machines, John Wiley & Sons, 2009.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Pridobitev poglobljenega znanja o lastnostih, konstrukcijskih značilnostih in možnostih uporabe različnih vrst generatorjev in transformatorjev.	Acquiring in-depth knowledge of different types of generators and transformers, their properties, design features and applicability.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: -predstaviti problematiko magnetenja v generatorjih in transformatorjih, -pojasniti vklopne pojave v generatorjih in transformatorjih, -aplicirati preizkuse generatorjev in transformatorjev za njihovo karakterizacijo, -analizirati kratke stike pri generatorjih in transformatorjih, -ponazoriti generatorje in transformatorje s simetričnimi komponentami. -pojasniti obratovalna stanja generatorjev in transformatorjev (otočno obratovanja, obratovanje na togem omrežju, sinhronska kompenzacija).	After successful completion of the course, students should be able to: -present the problem of magnetization in generators and transformers, -explain the transient phenomena in generators and transformers -apply experiments of generators and transformers for their characterization, - analyze short circuits within generators and transformers, - illustrate generators and transformers with symmetric components. -clarify the operating conditions of generators and transformers (island operation, operation on a rigid network, synchronous compensation).

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, demonstracije, delo z računalniškimi orodji, laboratorijske vaje, seminarske naloge, projektno delo	Lectures, demonstrations, work with computer tools, laboratory work, coursework, project work.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
1.Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit 2. Način: laboratorijske vaje, projekt. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje 10% projekt 90%		1. Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: laboratory exercises written exam oral examination 2. Type: laboratory exercises, project. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises 10% project 90%
laboratorijske vaje	10,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	30,00 %	written exam
ustni izpit	60,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. VUKOTIĆ, Mario, MILJAVEC, Damijan. Design of a permanent-magnet flux-modulated machine with a high torque density and high power factor. IET electric power applications, ISSN 1751-8660, 2016, vol. 10, iss. 1, str. 36-44.
2. VIDMAR, Gregor, MILJAVEC, Damijan. A universal high-frequency three-phase electric-motor model suitable for the delta and star winding connections. IEEE transactions on power electronics, ISSN 0885-8993, Aug. 2015, vol. 30, no. 8, str. 4365-4376.
3. VIDMAR, Gregor, MILJAVEC, Damijan, AGREŽ, Dušan. Measurement and evaluation of EDM bearing currents by the normalized Joule integral. Measurement science & technology, ISSN 0957-0233, 2014, vol. 25, no. 7, str. 1-10.
4. GOTOVAC, Gorazd, LAMPIČ, Gorazd, MILJAVEC, Damijan. Analytical model of permeance variation losses in permanent magnets of the multipole synchronous machine. IEEE transactions on magnetics, ISSN 0018-9464, Feb. 2013, vol. 49, no. 2, str. 921-928.

5. JEREB, Peter, MILJAVEC, Damijan. Vezna teorija električnih strojev. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2009.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Haptični in sodelujoči roboti
Course title:	Haptic and Collaborative Robots

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64296

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Matjaž Mihelj
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v drugi letnik študija.	Enrollment in the second year. Students coming through international student exchange programs need to have at least basic background in robotics (homogenous transformation matrices, control).

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
UVOD: definicija, značilnosti in uporaba haptičnih in sodelujočih robotov HAPTIČNI ROBOTI: človeški faktor, haptični roboti (kinestetični in taktilni vmesniki, kinematika, dinamika); haptično zaznavanje, modeliranje in prikazovanje dotika (merjenje dotika v realnih ter zaznavanje dotika v navideznih okoljih, dinamika dotika), vodenje in analiza stabilnosti haptičnih robotov (impedančno in admitančno vodenje), teleoperacija. SODELUJOČI ROBOTI: zgradba robota (kinematika, dinamika, senzorji), vodenje robotov, načini sodelovanja robota in človeka, uporaba robotov s primeri aplikacij, specifične metode učenja sodelujočih robotov, varnost in standardi.	INTRODUCTION: definition, characteristics and applications for haptic and collaborative robots HAPTIC ROBOTS: human factor, haptic robots (kinesthetic and tactile interfaces, kinematics, dynamics); collision detection, modelling and rendering (in real and virtual environments, collision dynamics), control and stability analysis for haptic interaction (impedance and admittance control), teleoperation. COLLABORATIVE ROBOTS: robot architecture (kinematic, dynamics, sensing), robot control, modes of collaboration between the robot and a human, robot applications, specific methods for teaching collaborative robots, safety and standards.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Mihelj, Matjaž, Haptični roboti, Založba FE in FRI, 2007.
2. MIHELJ, Matjaž, PODOBNIK, Janez. Haptics for virtual reality and teleoperation, Springer, 2012.
3. Izbor znanstvenih in strokovnih člankov, standardov ter drugih vsebin iz področja sodelujočih robotov.

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Predmet obravnava sodobne koncepte robotike, kjer robot sodeluje s človekom (z neposredno fizično interakcijo ali delovanjem v skupnem okolju). Analizira fizikalne osnove, tehnološke izzive ter možnosti in omejitve pri gradnji haptičnih in sodelujočih robotov. Poudarek je na konceptih potrebnih za razumevanje človekovih odzivov na sintetično generirane haptične dražljaje (kinestetične in taktilne informacije). Pridobljeno znanje o haptičnih interakcijah v navideznih okoljih je razširjeno na teleoperacijske sisteme. Na področju sodelujočih robotov je poudarek na uporabi robotov za namen prilagodljive avtomatizacije v kontekstu industrije 4.0. Praktična znanja študenti pridobijo v laboratoriju ob izvajanju interdisciplinarnih skupinskih projektov.	Course deals with advanced concepts in robotics, where robot cooperates with the human (direct physical interaction or operation in the shared environment). It analyses physical background, technological challenges and limitations related to the design of haptic and collaborative robots. The emphasis is on concepts required for understanding human responses to artificially generated haptic stimuli (kinesthetic and tactile). The concept of haptic interaction is extended to teleoperation systems. In the field of collaborative robots, the focus is on the use of such robots for the purpose of flexible automation in the context of industry 4.0. Students get practical experience in the laboratory while executing interdisciplinary research projects.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - razviti rešitve, ki zahtevajo fizični kontakt in sodelovanje med robotom in človekom, vključno s teleoperacijskimi sistemi, - izbirati ustrezno metodo učenje robota ter rešitev za zagotavljanje varnosti operaterja, - konstruirati mehanizem haptičnega oziroma sodelujočega robota, - sintetizirati vodenje robota, - analizirati stabilnost robota v stiku s človekom, - uporabiti haptične in sodelujoče robote v raziskovalnih in industrijskih aplikacijah.	After successful completion of the course, students should be able to: - develop solutions that require physical contact and cooperation between a robot and a human, including teleoperation systems, - choose appropriate method for teaching a robot and solution to ensure operator's safety, - construct a mechanism of a haptic or collaborative robot, - synthesize robot control, - analyze stability of a robot in contact with a human, - use haptic and collaborative robots in research and industrial applications.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Študenti imajo na voljo učbenik. Na predavanjih je poudarek na teoretičnih osnovah ter primerih uporabe haptičnih in sodelujočih robotov. Zaradi specifičnosti predmeta, se del predavanj izvaja s pomočjo multimedijskih predstavitev. Najnovejši dosežki s področja haptičnih in sodelujočih robotov so predstavljeni v "video predavanjih". Praktične vaje potekajo v laboratoriju, ki je opremljen z večjim številom sodobnih haptičnih in sodelujočih robotov. Študentje delajo v interdisciplinarnih projektnih skupinah, kjer se posamezen študent ukvarja z določenim problemom interakcije človek-robot.	Students have a textbook. Lectures focus on theoretical basis and practical applications of haptic and collaborative robots. Because of the specificity of the course, part of the lectures is performed in the form of multimedia presentations. Latest developments in the field of haptic and collaborative robots are presented in the form of "video lectures." Practical exercises are performed in the laboratory, which is equipped with a number of state-of-the-art haptic and collaborative robots. Students work in interdisciplinary project teams, where each student deals with the specific problem of human-robot interaction.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Zahtevana je obvezna prisotnost pri praktičnih vajah. Študent lahko opravičeno izostane največ od ene vaje. Študent na koncu semestra zagovarja svoj projekt. Pisni izpit obsega reševanje primerov ter teoretična vprašanja iz posameznih poglavij. Študent opravlja tudi ustni izpit, kjer so vprašanja postavljena predvsem na		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Mandatory presence at practical courses. Student can justifiably miss maximally one practical course time slot. Students defend their project at the end of semester. Written exam is based on problem solving as well as theoretical questions related to course topics. Oral exam is based primarily on the basis of answers in the

osnovi odgovorov pismenega izpita. Prispevki k oceni: - laboratorijske vaje - pisni izpit - ustni izpit			written exam. Contributions to final grade: - laboratory exercises - written exam - oral examination
-	laboratorijske vaje	45,00 %	- laboratory exercises
-	pisni izpit	45,00 %	- written exam
-	ustni izpit	10,00 %	- oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MIHELJ, Matjaž, NOVAK, Domen, BEGUŠ, Samo. *Virtual reality technology and applications*, Springer, 2014.
2. MIHELJ, Matjaž, PODOBNIK, Janez. Haptics for virtual reality and teleoperation, Springer, 201
3. TRLEP, Matic, MIHELJ, Matjaž, MUNIH, Marko. Skill transfer from symmetric and asymmetric bimanual training using a robotic system to single limb performance. Journal of neuroengineering and rehabilitation, 2012, vol. 9, no. 43, str. 1-14.
4. TRLEP, Matic, MIHELJ, Matjaž, PUH, Urška, MUNIH, Marko. Rehabilitation robot with patient-cooperative control for bimanual training of hemiparetic subjects. *Advanced robotics*, 2011, vol. 25, no. 15, str. 1949-1968.
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:	Industrijska elektronika
Course title:	Industrial Electronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64229

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Peter Zajec

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v operacijski ojačevalnik; Lastnosti idealnega operacijskega ojačevalnika in odstopanja realnega (vpliv končnega ojačenja, vhodne in izhodne upornosti, mirovnega toka, preostale napetosti, slabljenja sofazne napetosti); Pregled osnovnih linearnih in nelinearih vezij z operacijskim ojačevalnikom (seštevalnik, odštevalnik, integrator, diferenciator, logaritemski in eksponencialni ojačevalnik, množilnik); Nadomestna vezja in matematične predstavitve vezij za enosmerne razmere in majhne izmenične napetostno-tokovne spremembe; Pregled, izpeljava matematičnih modelov, analiza občutljivosti na primeru izbranih vezij merilne in regulacijske tehnike (tokovno / napetostni in napetostni / tokovni pretvornik, mostična vezja z operacijskim ojačevalnikom, instrumentacijski ojačevalnik, merilnik temenske ter efektivne vrednosti, precizijski polvalni in polnovalni usmernik, zaporedno in vzporedno vezje stabilizatorja napetosti, regulatorji (P,I,PID), omejevalniki porasta napetosti, omejevalnik napetosti); Obravnava aktivnih filtrov.	Introduction to the operational amplifier; Characteristics of the ideal operational amplifier and real-world deviation (impact of final gain, input and output resistance, current, offset voltage, attenuation of common mode voltage); Study of basic linear and nonlinear circuits with an operational amplifier (adder, subtractor, integrator, differential, logarithmic and exponential amplifier, multiplier); Equivalent circuits and mathematical models of circuits for DC steady-state and small-signal changes; Overview, derivation of mathematical models, sensitivity analysis in the case of selected circuits of measuring and control technology (current / voltage and voltage / current converter, operational amplifier circuits, instrumentation amplifier, peak and effective value measurement, precision half-wave and full-wave rectifier, serial and parallel voltage stabilizer circuit, controllers (P,I,PID), voltage limiters); Introduction to active filters.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. P. Šuhel: Sistemi industrijske elektronike: Operacijski ojačevalniki, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 1990.
2. P. Zajec: "Interna skripta-zapiski predavanj", 2012; spletna učilnica eFE.
3. T.E. Price: Analog Electronics, Prentice Hall, London, 1997.
4. J.M. Jacob: Analog Integrated Circuit Applications, Prentice Hall, New Jersey, 2000.

5. R.F. Coughlin & F.F.Driscoll: Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuits, Prentice Hall, New Jersey, 2001.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj predmeta je študentu posredovati znanje s področja obdelave signalov z operacijskim ojačevalnikom. Predmet vključuje tehnične izzive iz različnih tehniških področij (merilna, procesna in krmilno-regulacijska tehnika). Posreduje teoretične osnove za analizo in oceno odstopanj, ki jih povzročajo lastnosti realnih komponent. Študentu posreduje znanje o omejitvah tovrstnih komponent in vezij, ki so tvorjene z realnimi komponentami.	The objective of the course is to provide the student with knowledge in the field of signal processing circuits based on an operational amplifier. The subject includes technical challenges from various technical fields (measuring, process and controlling technique). It provides theoretical bases for the analysis and assessment of the deviations caused by the properties of the real components. It provides knowledge about the constraints of such components and circuits that are formed by real components.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - opisati zgradbo operacijskega ojačevalnika, - razložiti (ob pomoči nadomestne sheme) vzrok odstopanj med realnim in idealiziranim ojačevalnikom, - izračunati odstopanja povzročena z analizo idealiziranih komponent, - razviti vhodno-izhodne relacije obravnavanih vezij, - uporabiti obravnavane analizne postopke na enostavnejših kot tudi kompleksnejših vezjih, - zasnovati in argumentirati zasnove kompleksnejših vezij s področja merilne, procesne in krmilno regulacijske tehnike.	After successful completion of the course, students should be able to: - describe the structure of the operational amplifier, - explain (with the help of an equivalent circuit) the cause of the deviations between the real and the idealized amplifier, - calculate the deviations that result due to the idealized analysis, - develop the input-output relationship of the discussed circuits, - implement the analytical procedures to evaluate the operation of simpler and more complex circuits, - design and argue the concepts of more complex circuits in the field of measuring, process and controlling techniques.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Na predavanjih so podane teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom postopka reševanja enostavnejših praktičnih izzivov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj, katerih se študentje postopoma seznanjajo s komponentami, z njihovimi realnimi lastnostmi in z njihovo vlogo v različnih osnovnih vezjih. Seznanijo se tudi z merilnimi instrumenti in z najbolj pogostimi nevarnostmi in napakami pri merjenju. Laboratorijski modeli omogočajo sočasno delo dveh ali treh študentov, ki ob koncu semestra poročajo o končnih rezultatih s primerjavo izsledkov iz literature.	The lectures give the theoretical basics of the discussed chapters together with the presentation of the process of solving simpler practical challenges. Students are provided with detailed study material. Practical work is carried out within laboratory exercises, where students gradually learn about components, their real properties and their role in various basic circuits. They also learn about measuring instruments and the most common hazards and measurement errors. Laboratory models allow the simultaneous work of two or three students who report the final results at the end of the semester by comparing the results from the literature.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises

pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. PETKOVŠEK, Marko, LEBAN, Aleš, NEMEC, Mitja, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Series active power filter for high-voltage synchronous generators, Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, Dec. 2013, vol. 43, no. 4, str. 228-234.
2. FLISAR, Uroš, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Voltage sag independent operation of induction motor based on Z-source inverter, Compel, ISSN 0332-1649, 2012, vol. 31, no. 6, str. 1931-1944.
3. RUPAR, Uroš, LAHAJNAR, Franci, ZAJEC, Peter. Iterative-learning-based torque-ripple compensation in a transverse flux motor, IET control theory & applications, ISSN 1751-8644, 2012, vol. 6, no. 3, str. 341-348.
4. PETKOVŠEK, Marko, KOSMATIN, Peter, ZEVNIK, Ciril, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Measurement system for testing of bipolar plates for PEM electrolyzers, Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2012, letn. 42, št. 1, str. 60-67.
5. OSTROŽNIK, Simon, BAJEC, Primož, ZAJEC, Peter. A study of a hybrid filter, IEEE transactions on industrial electronics, ISSN 0278-0046, Mar. 2010, vol. 57, no. 3, str. 935-942.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Informacija in kodi
Course title:	Information Theory and Coding

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64207

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Simon Dobrišek
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni strokovni/Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta. Osnovno poznavanje matematične analize, linearne algebre, verjetnostne teorije in računalniškega programiranja	Enrolment in the year of the course. Basic knowledge of mathematical analysis, linear algebra, probability theory and computer programming.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
• Uvod: definicija informacije, koda, kodiranja in komunikacijskega sistema. • Entropija: diskretni naključni sistemi, entropija diskretne naključnih spremenljivk, entropija zveznih naključnih spremenljivk. • Informacija: povprečna lastna informacija, povprečna medsebojna informacija diskretnih spremenljivk, povprečna medsebojna informacija zveznih spremenljivk. • Diskretni viri informacije: entropija stacionarnega vira, ergodični stacionarni viri, vir brez spomina, vir s spominom, odvečnost vira. • Kodiranje vira informacije: enakomerni in neenakomerni kodi, Kraft-McMillanova neenačba, Huffmanov kod, aritmetični kod , kod LZW. • Tajno kodiranje: kriptografski sistemi s tajnim ključem, kriptografska sistema DES in AES, kriptografski sistemi z javnim ključem, kriptografski sistem RSA, digitalni podpis. • Komunikacijski kanali I: zvezni komunikacijski kanali, kapaciteta zveznega kanala, diskretni komunikacijski kanali, kapaciteta diskretnega kanala brez spomina. • Komunikacijski kanali II: dekodiranje z odkrivanjem napak, dekodiranje s popravljanjem napak,	• Introduction: definition of information, code, coding and communication system. • Entropy: discrete random systems, entropy of a discrete random variable, entropy of a continuous random variable. • Information: average information, mutual information of two discrete variables, mutual information of two continuous variables. • Discrete information sources: entropy of a stationary source, ergodic stationary sources, memoryless sources, sources with memory, and source redundancy. • Information source coding: fixed-length and variable-length coding, Kraft – McMillan inequality, Huffman code, arithmetic code, LZW code. • Secrecy coding: cryptosystems with a secret key, DES and AES cryptosystems, cryptosystems with a public key, RSA cryptosystem, digital signature. • Communication channels I: continuous communication channels, the capacity of a continuous communication channel, discrete communication channels, the capacity of a discrete communication channel. • Communication channels II: error-detecting codes, error-correcting codes, optimal decoding, Shannon

optimalni postopki dekodiranja, Shannonov izrek o varnem kodiranju, obrat Shannonovega izreka. • Varno kodiranje: linearni bločni kodi, ciklični kodi, Hammingov kod, Golayev kod, kodi Reeda in Mullerja, konvolucijski kodi, Viterbijev algoritem, Turbo kod	theorem of secure coding, inversion of Shannon theorem. • Channel coding: linear block codes, cyclic codes, Hamming codes, Golay codes, the Reed-Muller codes, convolutional codes, the Viterbi algorithm, Turbo codes.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- N. Pavešić: Informacija in kodi, (2. izdaja), Založba FE in FRI, 2010.
- V. Štruc, S. Dobrišek: Informacija in kodi : dopolnilni učbenik z vajami. 1. izd., Založba FE, 2016
- T. M. Cover, J. A. Thomas: Elements of Information Theory, Wiley-Interscience, New York, 2006.
- Roberto Togneri, Christopher J. S. deSilva: Fundamentals of information Theory and Coding Design, Chapman & Hall / CRC, 2002.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentu podati znanje o najpomembnejših konceptih in metodah iz teorije informacij, kodiranja virov informacije, kriptografije in kodiranja komunikacijskih kanalov, na katerih temelji načrtovanje in razvoj komunikacijskih vmesnikov, ki so nepogrešljiva sestavina inteligentnih sistemov v avtomatiki. Pridobljeno znanje je podlaga za razumevanje in razvoj tehnologij, ki vključujejo pridobivanje in obdelavo informacije iz okolja.	The objective of the course is to provide the student with the knowledge of the most important concepts and methods of information theory, information source coding, cryptography and communication-channel coding that form the basis for the design and development of communication interfaces that are essential components of intelligent systems in automation. The acquired knowledge forms the basis for the understanding and development of the technologies that involve obtaining and processing information from the environment.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • predstaviti osnovne matematične modele, ki opisujejo poglavitne pojave v tehničnih komunikacijskih sistemih, • razložiti mero entropije, informacije in kapacitete kanalov, ki se uporabljajo za kvantitativno opisovanje komunikacijskih sistemov, • uporabiti metode kodiranja informacije za zagotavljanje varnosti in tajnosti komunikacij, • uporabiti digitalna potrdila za preverjanje istovetnosti oseb in drugih virov informacije v različnih komunikacijskih sistemih, • analizirati prednosti in slabosti komunikacijskih sistemov, pri katerih mora biti zagotovljena varna in tajna komunikacija, • zgraditi primere komunikacijskih sistemov, ki zagotavljajo varno in tajno komunikacijo med viri in sprejemniki informacije, • ovrednotiti stopnjo varnosti in tajnosti komunikacij v danih komunikacijskih sistemov.	After successful completion of the course, students should be able to: • present the basic mathematical models describing the main phenomena in technical communication systems, • explain the measures of entropy, information and capacity of channels that are used for the quantitative descriptions of communication systems, • use encryption methods to ensure the security and confidentiality of communications, • use digital certificates to verify the identity of people and other information sources in different communication systems, • analyse the advantages and disadvantages of communication systems, where secure and confidential communication must be ensured, • build examples of communication systems that provide secure and confidential communication between information sources and receivers, and • to evaluate the level of security and confidentiality of communications in the given communication systems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so podane teoretične osnove vseh obravnavanih modelov in metod. Predstavljeni so tudi računski primeri, ki ponazarjajo bistvene značilnosti	The lectures provide a theoretical background of all the considered models and methods together with simple computational examples that illustrate the key

predstavljenih metod. Študentom je na razpolago učbenik in drugo gradivo v obliki skripte z rešenimi nalogami in drsnice s predavanj. V okviru predavanja študenti dobijo neobvezne domače naloge, ki vključujejo nekaj teoretičnih vprašanj in nekaj računskih nalog, ki študentom omogočajo sprotno preverjanje pridobljenega znanja. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj, kjer študenti rešujejo predvsem zadane programerske naloge. V okviru laboratorijskih vaj študenti izvedejo še izbirne projekte, v okviru katerih udejanjijo izbrane metode s področja teorije informacij in kodiranja. O rezultatih izbirnih projektov poročajo v pisnih poročilih.	characteristics of all the presented methods. A textbook and other study material, such as lecture notes with solved example problems and lecture slides, are available to the students. As part of the lectures, the students receive optional homework assignments including theoretical questions as well as computational exercises that enable the students to promptly verify the acquired knowledge. Practical work is carried out as part of the laboratory exercises, where students solve given programming problems. As part of the laboratory exercises, students also carry out additional elective projects within which the selected methods of information theory and coding should be implemented. The results of the elective projects are reported in written reports.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: domače naloge, laboratorijske vaje, projekt, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: • domače naloge, • laboratorijske vaje in projekt, • pisni izpit, • ustni izpit.		Type: homework, laboratory exercises, project, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades are grades from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: • coursework, • laboratory exercises and project, • written exam, • oral examination.
Domače naloge	10,00 %	Coursework
Laboratorijske vaje in projekt	30,00 %	laboratory exercises and project
Pisni izpit	30,00 %	written exam
Ustni izpit	30,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ŠTRUC, Vitomir, DOBRIŠEK, Simon. Informacija in kodi : dopolnilni učbenik z vajami. izd. Ljubljana: Založba FE, 2016
2. DOBRIŠEK, Simon. Pametni nadzorni sistemi : je to grožnja umetne inteligence. V: 1. dnevi prava zasebnosti in svobode izražanja, [Kranjska Gora, 9. in 10. april 2015]. Zbornik 2015. 1. natis. Ljubljana: IUS Software, GV založba, 2015, str. 134-138.
3. GOLOB, Žiga, ŽGANEC GROS, Jerneja, ŽGANEC, Mario, VESNICER, Boštjan, DOBRIŠEK, Simon. FST-based pronunciation lexicon compression for speech engines. International journal of advanced robotic systems, ISSN 1729-8814, 2012, vol. 9, no. 211, str. 1-9.
4. DOBRIŠEK, Simon (intervjuvanec). Jezikovni pogovori. Ljubljana: Radio Slovenija, Program ARS, 16. 10. 2012.
5. DOBRIŠEK, Simon, ŽIBERT, Janez, PAVEŠIĆ, Nikola, MIHELIČ, France. An edit-distance model for the approximate matching of timed strings. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, ISSN 0162-8828. [Print ed.], Apr. 2009, vol. 31, no. 4, str. 736-741.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Integrirani pogonski sistemi
Course title:	Integrated Drive Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64292

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Rastko Fišer

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Trendi razvoja električnih pogonskih motorjev in reguliranih pogonov. Prehodni pojavi, dinamična stanja elektromotorskih pogonov, energijske izgube med prehodnimi pojavi in njihovo zmanjšanje. Uporaba računalniških orodij in metod za modeliranje, simuliranje in vrednotenje obratovalnih stanj električnih pogonov. Pogoni z motorji malih moči in posebnih konstrukcijskih izvedb. Večfazni motorji in pretvorniki. Pogonski sistemi z linearnimi motorji. Električni pogonski sistemi v cestnih in tirnih vozilih (glavni pogoni, pomožni pogoni). Sistemi električne vleke - klasični, moderni, smeri razvoja. Pogonski sistemi in pretvarjanje električne energije v vetrnih elektrarnah. Nadzor stanja in diagnostika elektromotorskih pogonov. Detekcija električnih okvar in mehanskih poškodb pogonskih motorjev med obratovanjem. Avtomatizacija monitoringa v integriranem sistemu vodenja in nadzora elektromotorskih pogonov (on-line sistemi). Uporaba detekcije in diagnostike napak v kontroli kakovosti izdelave velikoserijskih motorjev.	State-of-the-art and future trends of electric motors and variable-speed drives. Transient states, dynamic operation of electric drives and servo systems, methods for reduction of energy losses during transients. Application of computer techniques for modelling, simulation and evaluation of operating states of electrical drives. Small size electric motors, fractional horse power drives, optimization of motor designs for special purpose applications. Multi-phase motors and semiconductor converters. Linear motors and drive systems. Electrical motors and drives in automotive and railway applications (traction and auxiliary drives). Electromechanical energy converters in wind power plants. Condition monitoring and diagnostics of electrical motors and drives. Special techniques and methods for on-line fault detection (electrical and mechanical types). Concepts of automated monitoring systems for supervision of drive reliability and health. Methods for quality control in mass-production of electrical motors.

Temeljna literatura in viri/Readings:

R. Fišer, K. Drobnič, Interno študijsko gradivo v pisni in elektronski obliki (Internal study material).

2. P. Krause, O. Wasynczuk, S. Sudhoff, S. Pekarek, Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, IEEE Press, Wiley, 2013.

3. R. Krishnan, Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives, CRC Press, 2010.
4. M. Jadrić, B. Frančić, Dinamika električnih strojeva, Graphis, 2004.
5. A. M. Trzynadlowski, Control of Induction Motors, Academic Press, 2001.
6. C. M.Ong, Dynamic Simulation of Electric Machinery, Prentice Hall, 1998.
7. I. Boldea, S. A. Nasar, Linear Motion Electromagnetic Devices, Taylor&Francis, 2001.
8. U. Riefenstahl, Elektrische Antriebstechnik, B.G. Teubner Stuttgart, Leipzig, 2000.
9. P. Tavner, L. Ran, J. Penman, H. Sedding, Condition Monitoring of Rotating Electrical Machines, IEEE Press, Wiley, 2008.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Poznavanje sodobnih smernic na področju električnih pogonov s poudarkom na industrijskih aplikacijah ter pogonih za električna vozila. Pridobiti poglobljena teoretična in praktična znanja o uporabi sodobnih simulacijskih orodij v procesu načrtovanja, optimizacije in analize delovanja električnih pogonov integriranih v mehatronske sisteme.	Knowledge of up-to date development on the field of electrical drives with special emphasis to industrial applications anddrives in electrical vehicles. Student will be provided with theoretical and practical knowledge of modern computer simulation tools for design, optimization and operational analysis of electrical drives integrated in mechatronic systems.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • Ovrednotiti zgradbo in principe delovanja zahtevnih integriranih pogonskih sistemov. • Preučiti posebne izvedbe pogonskih motorjev, ki odstopajo od običajne konstrukcije s ciljem zagotavljanja optimalnega obratovanja. • Razčleniti vlogo in izvedbo vezij močnostne elektronike v sklopu pogonskih sistemov. • Zasnovati matematične modele reguliranih pogonskih sistemov. • Razviti simulacijske postopke za analizo obratovalnih stanj električnih pogonov. • Sestaviti kompleksen simulacijski model mehatronskega sistema. • Predstaviti izsledke svojih dognanj v obliki znanstvenega članka.	After successful completion of the course, students should be able to: • Evaluate of concept and principle of operation of integrated drive systems. • Study of special types of electrical motors, which differ from conventional ones in order to assure optimal operation. • Analyse the role and concepts of power electronics circuits in correlation to electrical drives. • Design mathematical models of controlled electrical drives. • Develop of simulation procedures for analysis operational states of electrical drives. • Realize complex simulation models of mechatronic systems. • Present the research results in a format of scientific paper.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja s predstavljenimi teoretičnimi osnovami obravnavanih poglavij. Študentom je na voljo študijsko gradivo s podrobno vsebino. Laboratorijske vaje s predhodnimi pripravami s poudarkom na obvladovanju tehnik matematičnega modeliranja in računalniške simulacije obratovalnih stanj reguliranih električnih pogonov. Izvedba individualnega seminarja, kjer študent aplicira osvojeno znanje. Javna predstavitev individualnega seminarja.	The lectures provide a theoretical background on discussed topics. A complete study material is available to the students. Laboratory exercises with preliminary instructions with emphasis to mathematical modelling and computer simulation of electrical drive's operation. Individual seminar work to demonstrate the gained knowledge. Public presentation of the seminar research.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, individualni seminar, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje individualni seminar ustni izpit		Type: laboratory exercises, individual seminar work, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises individual seminar work oral examination

laboratorijske vaje	20,00 %	laboratory exercises
individualni seminar	60,00 %	individual seminar work
ustni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. **FIŠER, Rastko**, LAVRIČ, Henrik, BUGEZA, Miroslav, MAKUC, Danilo. Computations of magnetic field anomalies in synchronous generator due to rotor excitaton coil faults. *IEEE transactions on magnetics*, May 2013, vol. 49, no. 5, str. 2303-2306.
2. GAŠPARIN, Lovrenc, ČERNIGOJ, Andrej, **FIŠER, Rastko**. Additional cogging torque components due to asymmetry in stator back iron of PM synchronous motors. *Compel*, 2011, vol. 30, no. 3, str. 894-905.
3. **FIŠER, Rastko**, LAVRIČ, Henrik, BUGEZA, Miroslav, MAKUC, Danilo. FEM modeling of inter-turn short-circuits in excitation winding of turbogenerator. *Przegląad Elektrotechniczny*, 2011, rok 87, 3, str. 49-52.
4. ČERNIGOJ, Andrej, GAŠPARIN, Lovrenc, **FIŠER, Rastko**. Native and additional cogging torque components of PM synchronous motors - evaluation and reduction. *Automatika*, 2010, god. 51, br. 2, str. 157-165.
5. GAŠPARIN, Lovrenc, ČERNIGOJ, Andrej, MARKIČ, Stojan, **FIŠER, Rastko**. Additional cogging torque components in permanent-magnet motors due to manufacturing imperfections. *IEEE transactions on magnetics*, Mar. 2009, vol. 45, no. 3, str. 1210-1213.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Inteligentne metode raziskovanja podatkov v biomedicini
Course title:	Intelligent methods in biomedicine data-mining

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64280

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Igor Škrjanc
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Mandatory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
• Uvod v inteligentne sisteme. Prikaz inteligentnih sistemov v raziskovanju podatkov, modeliranju, razvrščanju v biomedicini, razpoznavanju, vodenju in detekciji napak. • Osnovne metode nelinearne lokalne optimizacije, s poudarkom na metodah, ki so uporabne v inteligentnih sistemih in metode nelinearne globalne optimizacije. • Metode nelinearne globalne optimizacije s primeri: metoda ohlajanja, evolucijskih algoritmov, genetskih algoritmov, metoda delcev, metoda drevesnega iskanja. • Nenadzorovane metode učenja. Metoda glavnih komponent. Uporaba metode glavnih komponent pri identifikaciji, filtriranju, stiskanju podatkov in detekciji napak. • Metode rojenja. Metode mehkega rojenja: metoda mehkih c-povprečij, metod Gustafson-Kessel, metoda možnih c-povprečij, metoda regresijskega rojenja. • Optimizacija kompleksnosti modelov. Verifikacija in validacija modelov. Eksplicitna in implicitna optimizacija strukture modela. • Statični modeli. Formulacija na osnovi baznih funkcij. Polinomski modeli. • Nevronske mreže. Večplastni perceptron. Gaussove nevronske mreže in aproksimacija funkcij. Primeri nevronskih mrež v biomedicini.	• Introduction to intelligent systems. Intelligent systems in data-mining, classification in biomedicine, control and fault detection. • Basic methods of local nonlinear optimization used in intelligent systems and global nonlinear optimization methods. • Methods of global nonlinear optimization: simulated annealing, evolutionary algorithms, particle swarm optimization, genetic algorithms, branch and bound algorithms. • Unsupervised learning methods. Principle component analysis. PCA in identification, data filtering, data compression and fault detection. • Data clustering. Methods of clustering: fuzzy c-means, Gustafon-Kessel fuzzy c-means, possibilistic c-means clustering, method of regression clustering. • Optimization of complex models. Verification and validation of models. Explicit and implicit optimization of model structure. • Static models. Model based on basis function formulation. Polynomial models. • Neural networks. Multilayer perceptron network. Radial basis function networks in function approximation. Examples from biomedicine. • Fuzzy and neuro-fuzzy models. Fuzzy logic. Types of fuzzy models. Estimation of fuzzy model parameter. Global and local estimation.

• Mehki in nevro-mehki modeli. Mehka logika. Tipi mehkih sistemov. Učenje nevro-mehkih sistemov. Ocenjevanje izhodnih parametrov mehkih modelov. Globalna in lokalna estimacija. • Ekspertni sistemi na osnovi mehkih modelov. Gradnja ekspertnih sistemov na osnovi podatkov. Primeri ekspertnih sistemov v biomedicini. • Nelinearni dinamični sistemi. Klasični polinomski modeli v nelinearnem modeliranju. Dinamični mehki in nevronski modeli.	• Expert systems based on fuzzy models. Development of expert systems. Examples of expert systems in biomedicine. • Nonlinear dynamical systems. Classical polynomial models in nonlinear modelling. Dynamical fuzzy and neuro-fuzzy modelas.

Temeljna literatura in viri/Readings:

I. Škrjanc: Inteligentni sistemi pri raziskovanju podatkov in odločanju, skripta, 2016.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Seznaniti študenta z osnovnimi matematičnimi in računalniškimi načeli izgradnje inteligentnih sistemov za pomoč pri odločanju v sodobnih sistemih.	To provide students with an understanding of the basic mathematical and computational principles of constructing artificial perception systems, which are an essential part of intelligent systems in automation and control.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Po zaključku tega predmeta bo študent zmožen izkazati znanje in razumevanje: • gradnje inteligentnih sistemov, ki so osnova za raziskovanje in razumevanje biomedicinskih sistemov, • raziskovanja biomedicinskih podatkov na osnovi metod umetne inteligence. Uporaba znanja: Pridobljeno znanje bo študent lahko uporabil pri gradnji modelov za raziskovanje in nadzor biomedicinskih podatkov. Študent bo zmožen kritično ovrednotiti skladnost med pridobljenim znanjem ter uporabo v praksi. Prenosljive spretnosti: Študent si bo pridobil spretnosti: • uporabe literature ter drugih virov s področja inteligentnih sistemov pri raziskovanju podatkov. • uporaba računalniških razvojnih orodij in okolij za programiranje (pisanje programov programskem okolju Matlab), • reševanja problemov: analiza problema, načrtovanje algoritma, implementacija programa in testiranje programa.	Knowledge and understanding: After completing this course the student will be able to demonstrate a knowledge and understanding of the: • construction of intelligent systems which are basis to understand and analyse biomedicine systems, • data-mining of biomedicine data based on intelligent methods. The use of knowledge: The student will be able to use the acquired knowledge to construct different intelligent systems for data-mining and monitoring of biomedicine data. The student will be able to critically evaluate the consistency between the acquired knowledge and the application of the concepts in practice. Transferable skills: • the use of literature and other resources in the fields of intelligent systems in data mining and system monitoring; • the use of development tools and environments for computer programming (writing computer programs in different programming languages or using the Matlab development environment); • problem solving: problem analysis, algorithm design, implementation and testing of a program.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
• predavanja, • laboratorijske vaje in projekti, • reševanje domačih nalog.	• lectures, • laboratory exercises and projects, • coursework.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: domače naloge, laboratorijske vaje, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena		Type: coursework, laboratory exercises, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory

laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. • domače naloge, • laboratorijske vaje in projekt, • pisni izpit, • ustni izpit.		exercises is a prerequisite for the exam • coursework, • laboratory exercises and project, • written exam, oral examination.
domače naloge	10,00 %	coursework
laboratorijske vaje in projekt	0,00 %	laboratory exercises and project
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	40,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ŠKRJANC, Igor. Evolving fuzzy-model-based design of experiments with supervised hierarchical clustering. IEEE transactions on fuzzy systems, ISSN 1063-6706. [Print ed.], 2014, vol. , no. , str. 1-12.
2. ŠKRJANC, Igor. Fuzzy confidence interval for pH titration curve. Applied mathematical modelling, ISSN 0307-904X. [Print ed.], Aug. 2011, vol. 35, no. 8, str. 4083-4090.
3. HARTMANN, Benjamin, BÄNFER, Oliver, NELLES, Oliver, SODJA, Anton, TESLIĆ, Luka, ŠKRJANC, Igor. Supervised hierarchical clustering in fuzzy model identification. *IEEE transactions on fuzzy systems*, ISSN 1063-6706. [Print ed.], Dec. 2011, vol. 19, no. 6, str. 1163-1176.
4. BELIČ, Aleš, ŠKRJANC, Igor, ZUPANČIČ-BOŽIČ, Damjana, VREČER, Franc. Tableting process optimisation with the application of fuzzy models. *International journal of pharmaceutics*, ISSN 0378-5173. [Print ed.], Apr. 2010, vol. 389, no. 1/2, str. 86-93.
5. ŠKRJANC, Igor. Confidence interval of fuzzy models : an example using a waste-water treatment plant. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, ISSN 0169-7439. [Print ed.], Apr. 2009, vol. 96, no. 2, str. 182-187.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Interdisciplinarni projekti
Course title:	Interdisciplinary projects

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64318

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		60			90	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Andrej Kos, Boštjan Likar, Damijan Miklavčič, Matevž Pogačnik
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Predmet je namenjen študentkam in študentom študijskih programov ne glede na stopnjo in vsebino njihovega matičnega programa.	Course is intended for students of study programs regardless of the level and topic of their parent program.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Vsebina predmeta temelji na soustvarjanju študentov, podjetij, organizacij in visokošolskih ustanov. V začetku se študentje seznanijo z naslednjimi tematikami: tehnološke in poslovne spremembe v okolju, digitalizacija, kompetence, projektno vodenje, metodologije za projektno vodenje, inovacije in vrste inoviranja, so-ustvarjanje in metodologije za so-ustvarjanje, design-thinking, intelektualna lastnina, timsko delo, zaznavanje priložnosti in potreb, industrijsko oblikovanje in oblikovanje za okolje, razumevanje trga in ekonomika razvoja, produktno vodenje, prototipi, vsebine in način izvedbe. V nadaljevanju študentje izdelajo projektno nalogo. Vsebina projektne naloge je multi in interdisciplinarna, lahko v vseh področjih, ki jih pokriva UL; tehnološke in netehnološke vsebine. Cilj projektne naloge je, da skupina študentov projektno nalogo reši in po možnosti izdela delujoči prototip. Skupinam študentov je na voljo skupen prostor, kjer je možna izmenjava kreativnih idej in medsebojna pomoč. Pri projektni nalogi predstavniki podjetij oziroma institucij, učitelji in asistenti sodelujejo kot mentorji. Teme projektnih nalog lahko predlagajo študentje ali visokošolski učitelji v okviru predmeta, prav tako lahko študentje uporabijo temo iz laboratorija, kjer že delajo	e subject is based on co-creation among students, companies, organisations and higher education institutions. In the beginning the students are acquainted with following topics: technological and business changes in the environment, digitalization, competences, project management methodology, project management, innovation and types of innovation, co-creation and methodologies for co-creation, design-thinking, intellectual property, teamwork, identification of opportunities and needs, industrial design and design for the environment, understanding of market economics and development, product management, content and the method of implementation. In the next step students prepare a project task. The content of the project work is multi-disciplinary, may be in all areas covered by UL; technological and non-technological content. The aim is that the group of students solve the project assignment and possibly make a working prototype. Students can use a common room, where they can exchange creative ideas and mutual assistance. In the project assignment representatives of companies and institutions, teachers and assistants participate as mentors. Project topics can be initiated by students or professors of the course, students can also apply the theme from

ali temo podjetja oziroma organizacije. Pred začetkom projektov je na voljo seznam možnih projektnih nalog. Posamezne tematike so porazdeljene po mentorjih oziroma asistentih. Ti lahko prihajajo iz Fakultete za elektrotehniko (formalni nosilec predmeta) ali katerekoli druge fakultete UL. Mentor je oseba, ki pomaga in na koncu poda oceno opravljenega dela. Pri tem se ne ocenjuje le izdelka, ampak tudi opravljeno delo in napredek. V primeru, da študentje sami predlagajo tematiko, projektne naloge z opisi (½ strani) študentje predhodno pošljejo preko on-line obrazca izvajalcem predmeta, katere izvajalci potrdijo. V ostalih primerih študentje izberejo eno izmed predlaganih tem s strani podjetij, organizacij ali fakultet. Izvedba projektne naloge poteka po naslednjih fazah: 1. oblikovanje skupine študentov, 2. podrobnejša seznanitev s projektnim problemom, 3. konzultacije z izvajalci predmeta, mentorjem iz podjetja oziroma organizacije, fakultete, 4. razvojno kreativno skupinsko delo na rešitvi problema, 5. predstavitve vmesnih idejnih rešitev problema na fakulteti, v podjetju oziroma organizaciji, 6. po možnosti dejanska realizacija rešitve problema (izdelava prototipa izdelka), 7. končna predstavitev rešitve projektne naloge (opis, slike, splet, video, 5 min predstavitev). Ocena je sestavljena iz naslednjih delov: • oddaja teme (spletni obrazec), • izvajanje projekta (redna srečanja z mentorjem), • zahtevnost projekta, • rezultat, • predstavitev, • slikovni/spletni/video predstavitveni material.	the laboratory, where they already work or use the theme of the company or organization. Before the start of projects, a list of possible project assignments will be available. Each topic has a mentor and assistants. These can come from the Faculty of Electrical Engineering or any other faculty of University of Ljubljana. Mentor is a person who helps and at the end of an assessment proposes the assessment of the work done. Final product as well as the work and the progress done during the process are assessed. In the case that the students themselves suggest a certain topic, they submit project descriptions (½ page) via the on-line form, topics should be approved by lecturers. In other cases, students choose one of the themes proposed by the companies, organizations or faculties. Project work stages: 1. formation of student groups, 2. detailed comprehension of the project problem, 3. consultations with the supervisor from the company or institution and the faculty, 4. developmental and creative team work on solving the problem, 5. presentation of interim basic solutions to the faculty and the company or institution, 6. possibility of the actual realization of the solution to the problem (product prototype) 7. final presentation of the project problem solution. The rating is made up of the following parts: • submission of a topic (online form) • implementation of the project (regular meetings with the mentor) • the complexity of the project, • result • presentation, • Image / web / video demo material.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. K. Ulrich, S. Eppinger, Product Design and Development, McGraw-Hill, 2011
2. S. Berkun, Making Things Happen: Mastering Project Management, O'Reilly Media, Revised edition, 2008
3. E. Ries, The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses, Viking, 2011
4. C. Heath, D. Heath, Made to Stick: Why Some Ideas Survive and Others Die, Random House, 2007
5. O. Klaff, Pitch Anything: An Innovative Method for Presenting, Persuading, and Winning the Deal, McGraw-Hill, 2011

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilji: študentje se usposobijo za ustvarjalno in inovativno delo v multidisciplinarnih skupinah za reševanje kompleksnih projektnih problemov. Kompetence, ki jih bodo pridobili študentje so kombiniranje in praktična uporaba posameznih že pridobljenih specifičnih strokovnih kompetenc in	The objective of the course is to train students to work creatively in multidisciplinary teams to solve complex project problems. The competences students will gain are practical application of different already acquired specific

njihova ustrezna komplementarna uporaba v okviru skupinskega dela.	professional competencies and their complementary application within group work.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • pojasniti dinamiko dela v multidisciplinarni skupini in principe projektnega dela, • uporabiti različna znanja za učinkovito reševanje projektnih problemov, • uporabiti pridobljena znanja za komuniciranje v interdisciplinarni skupini, • uporabiti pridobljena znanja za reševanje problemov v interdisciplinarni skupini, • izdelati javne predstavitve idej in predlaganih rešitev, • ovrednotiti potencial ideje ali rešitve.	After successful completion of the course, students should be able to: • explain work dynamics in multidisciplinary teams and principles of project work, • use the acquired knowledge for solving the project problems effectively, • use the acquired knowledge for communication within interdisciplinary team, • use the knowledge for solving the project problems within interdisciplinary team, • prepare public presentations of ideas and proposed solutions, • - evaluate the potential of an idea or a solution.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Študentje na predavanjih dobijo osnovna znanja s področja digitalizacije, kompetenc, projektnega vodenja, oblikovanja, identifikacije priložnosti, metodologij za projektno vodenje, intelektualne lastnine, timskega dela, inovacije in vrste inoviranja, metodologije za so-ustvarjanje, design-thinking. Povabljeni so na delavnice in predavanja s področja podjetništva, projektnega vodenja, oblikovanja, agilnega razvoja ipd., študentje sodelujejo z mentorji iz podjetja, organizacije in fakultet, študentje predstavijo svoje delo, med izvajanjem projekta študentje vodijo evidenco projekta, ki vsebuje vse informacije o projektu.	Students get a basic knowledge of digitalization, competences, project management, design, opportunities identification, methodologies for project management, intellectual property, teamwork, innovation and types of innovation, methodology for co-creation, design-thinking. They are invited to workshops and lectures in entrepreneurship, project management, design, agile development etc. Students work with mentors from companies, organizations and faculties, students present their work, during the implementation of the project, students keep a record of the project, which contains all the information about the project.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: ocena projektnega dela. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Oddaja teme (spletni obrazec), izvajanje projekta (redna srečanja z mentorjem) Zahtevnost projekta, rezultat Končna predstavitev projektne naloge, slikovni/spletni/video predstavitveni material projektne naloge.		Type: project work evaluation. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Submission of a topic (online form), implementation of the project (regular meetings with the mentor) The complexity of the project, result Final presentation of the project, image/ web/video demo material of the project.
Oddaja teme (spletni obrazec), izvajanje projekta (redna srečanja z mentorjem)	30,00 %	Submission of a topic (online form), implementation of the project (regular meetings with the mentor)
Zahtevnost projekta, rezultat	40,00 %	The complexity of the project, result
Končna predstavitev projektne naloge, slikovni/spletni/video predstavitveni material projektne naloge.	30,00 %	Final presentation of the project, image/ web/video demo material of the project.

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KOS, Andrej, SEDLAR, Urban, PUSTIŠEK, Matevž. Research and innovation in ICT. V: 7th ICT Innovations 2015, Ohrid, Macedonia, October 1-4, 2015. LOSHKOVSKA, Suzana (ur.), KOCESKI, Saso (ur.). ICT innovations 2015: emerging technologies for better living, (Advances in intelligent systems and computing, ISSN 2194-5357, 399). Cham [etc.]: Springer, cop. 2015, str. 1-10.

2. KOS, Andrej (intervjuvanec). Prenos znanstvenih in raziskovalnih dosežkov IKT v industrijski razvoj. Finance, ISSN 1318-1548, 25. apr. 2012, št. 80, str. 13.
3. MIKLAVČIČ, Damijan, MIR, Lluis Maria. Electroporation device : patent no. US 7625729 B2, date Dec. 1. 2009: application no. 10/517,038, PTC filed Jun. 10, 200 [S. l.]: United States Patent and Trademark Office, 2009.
4. LIKAR, Bojan, POSEL, Robert, KALAGASIDIS, Andreas, BEŠTER, Janez, KOS, Andrej, VOLK, Mojca, SEDLAR, Urban, MALI, Luka, STERLE, Janez. Method for cognitive 4G neighborhood selection : US8213942 (B2), 2012-07-03. Alexandria: United States Patent and Trademark Office, 2012.
5. MIKLAVČIČ, Damijan. Objavljanje rezultatov raziskav - pisanje člankov. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2010, letn. 77, št. 1, str. 75-84.
6. JERMAN, Tim, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. Enhancement of vascular structures in 3D and 2D angiographic images. IEEE Transactions on Medical Imaging, ISSN 0278-0062. [Print ed.], Sep. 2016, vol. 35, no. 9, str. 2107-2118
7. SYSOEV, Mikhail, KOS, Andrej, POGAČNIK, Matevž. Noninvasive stress recognition considering the current activity. Personal and ubiquitous computing, ISSN 1617-4909, Oct. 2015, vol. 19, no. 7, str. 1045-1052

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Internetna omrežja 1
Course title:	Internet Networks I

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64237S

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Andrej Kos, Janez Bešter

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

Jeziki/Languages:

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik študija. Poznavanje vsebin predmeta: Komunikacijski sistemi.	Enrolment in the class. Acquaintance with content of the course: Communication systems.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovni koncepti omrežij (povezave, hierarhija, omrežni elementi, terminalska oprema, povezavnost). Arhitektura omrežij (dostop, agregacija, jedro, storitveni podsistemi). Širokopasovna omrežja in storitve. Dostopovna fiksna in mobilna omrežja ter tehnologije. Arhitektura paketnih stikal. Ethernet tehnologija in omrežne storitve. Arhitektura, protokoli in storitve protokolnega sklada TCP/IP. Osnove usmerjanja. Napredno usmerjanje (algoritmi in mehanizmi). Omrežne tehnologije in storitve internetnega protokola verzije 6. Multicast prenosni način. Varnostni algoritmi, protokoli in varnostne storitve omrežij.	Basic network concepts (connections, hierarchies, network elements, terminals, connection orientation). Network architectures (access, aggregation, core, service subsystems). Broadband networks and services. Fixed and mobile access networks and technologies. Packet switches architecture. Ethernet technologies and network services. Architectures, protocols and services in TCP/IP protocol stack. Routing fundamentals. Advanced routing algorithms and mechanisms. Internet protocol version 6 networking technologies and services. Multicast distribution. Network security algorithms, protocols and services.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Comer, D.: Internetworking with TCP/IP, Vol 1 (6th Edition), ISBN-10: 013608530X, 2013, Addison-Wesley.
2. Tannenbaum, A.S.: Computer networks, 5th ed., international ed., ISBN 978-0-13-255317-9, 2011, Pearson.
3. Stallings, W.: Data and computer communications, 10th ed., ISBN 978-0-13-350648-8, 2013, Pearson.
4. Medhi, D., Ramasamy, K.: Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures, ISBN 978-0-120-88588-6, 2007, Elsevier : M. Kaufmann Publishers.
5. Članki, objavljenih v revijah, npr. / Articles published in magazines, i.e.: IEEE Communications Surveys & Tutorials, http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Cilj predmeta je podati koncepte, arhitekture in protokole v sodobnih komunikacijskih omrežjih. Poudarek je na vidikih in procesih prenosa prometa z internetnim protokolom. Študenti bodo pridobili potrebna znanja in veščine s teh področij.	The objective of the course is to provide an overview of concepts, architectures and protocols in modern telecommunication networks. The focus is on network transfer process with internet protocol. Students will acquire fundamental knowledge and skills in these fields.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - navesti ključne tehnologije internetnih omrežij, - opisati omrežne tehnologije v poslovnih okoljih in operaterskih okoljih, - opisati arhitekturo poslovnih in arhitekturo operaterskih omrežij, - razlikovati med funkcionalnostmi različnih slojev komunikacijskih protokolov, - razlikovati med funkcionalnostmi različnih protokolov za zagotavljanje omrežne varnosti, - konfigurirati uporabniške, domače in poslovne omrežne naprave za osnovno povezljivost ter pri tem uporabiti smiselne kombinacije tehnologij, - konfigurirati operaterske omrežne naprave za osnovno povezljivost ter pri tem uporabiti smiselne kombinacije tehnologij, - primerjati koncepte, arhitekture in funkcionalnosti za domača, poslovna in operaterska omrežja.	After successful completion of the course, students should be able to: - list key technologies of Internet networks, - describe the network technologies in enterprise environments and operator environments, - describe the architecture of enterprise and the architecture of operator networks, - differentiate among functionalities of the layers of communication protocols, - differentiate among functionalities of different protocols for network security provisioning, - configure user, home and enterprise network devices for basic connectivity and use the adequate combinations of technologies, - configure operator network devices for basic connectivity and use the adequate combinations of technologies, - compare concepts, architectures and functionalities of home, enterprise and operator networks.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. Eizobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.	Lectures for theoretical aspects, laboratory exercises and team work for real-case scenarios and problem solving through project work. Elearning. Study visits and invited lecturers.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Opravljene laboratorijske vaje so pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grades is 5, positive grades: from 6 to 10. Completed laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: written exam oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KOS, Andrej, HOMAN, Peter, BEŠTER, Janez. Performance evaluation of a synchronous bulk packet switch under real traffic conditions. IEICE transactions on communications, ISSN 0916-8516, 2003, vol. E86-B, no. 5, str. 1612-1624.
2. KOS, Andrej, VOLK, Mojca, BEŠTER, Janez. Quality assurance in the IMS-based NGN environment. V: CRANLEY, Nicola (ur.), MURPHY, Liam (ur.). Handbook of research on wireless multimedia: quality of service and solutions. Hershey; New York: Information Science Reference, cop. 2009, str. 240-257, ilustr.
3. RUGELJ, Miha, STERLE, Janez, KOS, Andrej. Funkcionalna in zmogljivostna primerjava odprtokodnih in komercialnih rešitev multicast. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2011, letn. 78, št. 4, str. 211-216, ilustr.
4. KOS, Andrej, BEŠTER, Janez. Razvoj in uvajanje novih telekomunikacijskih storitev. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2002, letn. 69, št. 3-4, str. 221-226.

5. RUGELJ, Miha, VOLK, Mojca, SEDLAR, Urban, STERLE, Janez, KOS, Andrej. A novel user satisfaction prediction model for future network provisioning. Telecommunication systems, ISSN 1018-4864. [Print ed.], Jul. 2014, vol. 56, no. 3, str. 417-425, ilustr.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Internetna omrežja 1
Course title:	Internet Networks I

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64237E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Andrej Kos, Janez Bešter
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik študija. Poznavanje vsebin predmeta: Komunikacijski sistemi.	Enrolment in the class. Acquaintance with content of the course: Communication systems.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Osnovni koncepti omrežij (povezave, hierarhija, omrežni elementi, terminalska oprema, povezavnost). Arhitektura omrežij (dostop, agregacija, jedro, storitveni podsistemi). Širokopasovna omrežja in storitve. Dostopovna fiksna in mobilna omrežja ter tehnologije. Arhitektura paketnih stikal. Ethernet tehnologija in omrežne storitve. Arhitektura, protokoli in storitve protokolnega sklada TCP/IP. Osnove usmerjanja. Napredno usmerjanje (algoritmi in mehanizmi). Omrežne tehnologije in storitve internetnega protokola verzije 6. Multicast prenosni način. Varnostni algoritmi, protokoli in varnostne storitve omrežij.	Basic network concepts (connections, hierarchies, network elements, terminals, connection orientation). Network architectures (access, aggregation, core, service subsystems). Broadband networks and services. Fixed and mobile access networks and technologies. Packet switches architecture. Ethernet technologies and network services. Architectures, protocols and services in TCP/IP protocol stack. Routing fundamentals. Advanced routing algorithms and mechanisms. Internet protocol version 6 networking technologies and services. Multicast distribution. Network security algorithms, protocols and services.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Comer, D.: Internetworking with TCP/IP, Vol 1 (6th Edition), ISBN-10: 013608530X, 2013, Addison-Wesley.
2. Tannenbaum, A.S.: Computer networks, 5th ed., international ed., ISBN 978-0-13-255317-9, 2011, Pearson.
3. Stallings, W.: Data and computer communications, 10th ed., ISBN 978-0-13-350648-8, 2013, Pearson.
4. Medhi, D., Ramasamy, K.: Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures, ISBN 978-0-120-88588-6, 2007, Elsevier : M. Kaufmann Publishers.
5. Članki, objavljenih v revijah, npr. / Articles published in magazines, i.e.: IEEE Communications Surveys & Tutorials, http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Cilj predmeta je podati koncepte, arhitekture in protokole v sodobnih komunikacijskih omrežjih. Poudarek je na vidikih in procesih prenosa prometa z internetnim protokolom. Študenti bodo pridobili potrebna znanja in veščine s teh področij.	The objective of the course is to provide an overview of concepts, architectures and protocols in modern telecommunication networks. The focus is on network transfer process with internet protocol. Students will acquire fundamental knowledge and skills in these fields.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - navesti ključne tehnologije internetnih omrežij, - opisati omrežne tehnologije v poslovnih okoljih in operaterskih okoljih, - opisati arhitekturo poslovnih in arhitekturo operaterskih omrežij, - razlikovati med funkcionalnostmi različnih slojev komunikacijskih protokolov, - razlikovati med funkcionalnostmi različnih protokolov za zagotavljanje omrežne varnosti, - konfigurirati uporabniške, domače in poslovne omrežne naprave za osnovno povezljivost ter pri tem uporabiti smiselne kombinacije tehnologij, - konfigurirati operaterske omrežne naprave za osnovno povezljivost ter pri tem uporabiti smiselne kombinacije tehnologij, - primerjati koncepte, arhitekture in funkcionalnosti za domača, poslovna in operaterska omrežja.	After successful completion of the course, students should be able to: - list key technologies of Internet networks, - describe the network technologies in enterprise environments and operator environments, - describe the architecture of enterprise and the architecture of operator networks, - differentiate among functionalities of the layers of communication protocols, - differentiate among functionalities of different protocols for network security provisioning, - configure user, home and enterprise network devices for basic connectivity and use the adequate combinations of technologies, - configure operator network devices for basic connectivity and use the adequate combinations of technologies, - compare concepts, architectures and functionalities of home, enterprise and operator networks.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. Eizobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.	Lectures for theoretical aspects, laboratory exercises and team work for real-case scenarios and problem solving through project work. Elearning. Study visits and invited lecturers.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Opravljene laboratorijske vaje so pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grades is 5, positive grades: from 6 to 10. Completed laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: written exam oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KOS, Andrej, HOMAN, Peter, BEŠTER, Janez. Performance evaluation of a synchronous bulk packet switch under real traffic conditions. IEICE transactions on communications, ISSN 0916-8516, 2003, vol. E86-B, no. 5, str. 1612-1624.
2. KOS, Andrej, VOLK, Mojca, BEŠTER, Janez. Quality assurance in the IMS-based NGN environment. V: CRANLEY, Nicola (ur.), MURPHY, Liam (ur.). Handbook of research on wireless multimedia: quality of service and solutions. Hershey; New York: Information Science Reference, cop. 2009, str. 240-257, ilustr.
3. RUGELJ, Miha, STERLE, Janez, KOS, Andrej. Funkcionalna in zmogljivostna primerjava odprtokodnih in komercialnih rešitev multicast. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2011, letn. 78, št. 4, str. 211-216, ilustr.
4. KOS, Andrej, BEŠTER, Janez. Razvoj in uvajanje novih telekomunikacijskih storitev. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2002, letn. 69, št. 3-4, str. 221-226.

5. RUGELJ, Miha, VOLK, Mojca, SEDLAR, Urban, STERLE, Janez, KOS, Andrej. A novel user satisfaction prediction model for future network provisioning. Telecommunication systems, ISSN 1018-4864. [Print ed.], Jul. 2014, vol. 56, no. 3, str. 417-425, ilustr.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Internetne storitve in aplikacije
Course title:	Internet services and applications

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64301E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Urban Sedlar

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Evolucija razvoja informacijsko-komunikacijskih storitev. Pregled aktualnih storitvenih področij: komunikacije, informacije, zabava, internet stvari. Storitvene arhitekture in tehnologije za zagotavljanje: operaterskih glasovnih storitev (IP telefonija), operaterskih multimedijskih storitev (IP televizija), internetnih (over-the-top) storitev, spleta, peer-to-peer sistemov in interneta stvari. Računalništvo v oblaku. Poslovni vidiki. Uporabniški vidiki: terminalna oprema, dostopnost, uporabniška izkušnja. Kibernetska varnost na aplikacijskem in uporabniškem nivoju. Regulatorni vidiki, varovanje podatkov in SLA.	Evolution of the information and communication technologies. Overview of service domains: communications, information, entertainment, internet of things. Service architectures and technologies for providing voice services (IP telephony), multimedia services (IP television), internet (over-the-top) services, world wide web, peer-to-peer systems and internet of things. Cloud computing. Business aspects. User aspects: terminal equipment, accessibility, user experience. Cybersecurity on the application and user levels. Regulatory aspects, data protection and SLA.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Plevyak, T., Sahin, V., Next Generation Telecommunications Networks, Services, and Management, Wiley-IEEE Press, 2010, 328 str., ISBN: 978-0470575284
2. Mitra, S., Bhatnagar, G., Introduction to Multimedia Systems, Academic Press, 2001, 300 str., ISBN: 9780125004527
3. Benoit H., Digital Television: Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework, Taylor & Francis, 2008, 978-0-240-52081-0
4. Rashvand, H. F., Alcaraz Calero, J. M., Distributed Sensor Systems: Practice and Applications, 2012, ISBN: 978-0-470-66124-6
5. Članki, objavljenih v revijah, npr. / Articles published in magazines, i.e.: IEEE Communications Surveys & Tutorials, http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Cilj predmeta je študentu podati pregled osnovnih načel delovanja sodobnih internetnih storitev in aplikacij s stališča uporabljanih arhitektur, tehnoloških aspektov in razvojnih ekosistemov. Predmet vključuje spoznavanje problematike zajema in obdelave podatkov v internetnih storitvah in aplikacijah, distribucijo vsebin po internetnih omrežjih, ter pregled uporabniških, poslovnih in regulatornih vidikov internetnih storitev.	The objective of the course is to give the students an overview of the basic principles of operation of internet services and applications from the architectural in technological aspects, as well as the development ecosystems. The course further familiarizes the students with the problems of acquisition and processing of data in internet services and applications, distribution of content over the internet, as well as an overview of user, business and regulatory aspects of internet services.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študentje zmožni: • opisati arhitekture in delovanje sistemov za zagotavljanje sodobnih glasovnih, video in podatkovnih storitev, • razložiti modele računalništva v oblaku in njihove značilnosti, • razložiti pogoste varnostne grožnje in preventivne ukrepe v okolju internetnih storitev, • opisati različne scenarije interneta stvari ter gradnike in tehnike, potrebne za njihovo izvedbo, • zasnovati glasovno, video in podatkovno storitev z upoštevanjem vseh potrebnih gradnikov. • razviti preprosto spletno storitev po več sodobnih razvojnih principih.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe the architectures and operation of systems for providing modern voice, video and data services, • explain different cloud computing models and their properties, • explain the common security threats and preventive measures in internet services, • describe different scenarios of the Internet of Things, the building blocks and techniques needed for their implementation, • design voice, video and data services, taking into account all the. necessary.building blocks • create a webbased service using multiple modern development principles

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. E-izobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.	Lectures for theoretical aspects, laboratory exercises and team work for real-case scenarios and problem solving through project work. E-learning. Study visits and invited lecturers.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Uspešna izvedba 80% laboratorijskih vaj je predpogoj za prijavo na pisni izpit. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Successful completion of at least 80% of the laboratory exercises is prerequisite for the written exam. Contributions to final grade: written exam oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. SEDLAR, Urban, ZEBEC, Luka, BEŠTER, Janez, KOS, Andrej. Bringing click-to-dial functionality to IPTV users. IEEE commun. mag. (Print). [Print ed.], Mar. 2008, vol. 46, no. 3, str. 118-125, ilustr.
2. STERLE, Janez, SEDLAR, Urban, RUGELJ, Miha, KOS, Andrej, VOLK, Mojca. Application-driven OAM framework for heterogeneous IoT environments. International journal of distributed sensor networks, ISSN 1550-1477. [Online ed.], 2016, vol. 2016, str. 1-9, ilustr.
3. KREN, Matej, KOS, Andrej, ZHANG, Yuan, KOS, Anton, SEDLAR, Urban. Public interest analysis based on implicit feedback of IPTV users. IEEE transactions on industrial informatics, ISSN 1551-320 [Print ed.], 2017, vol. , no. , str. 1-10, ilustr.

4. VOLK, Mojca, STERLE, Janez, SEDLAR, Urban. Safety and privacy considerations for mobile application design in digital healthcare. International journal of distributed sensor networks, ISSN 1550-1477. [Online ed.], 2015, vol. 2015, str. 1-12, ilustr.
5. SEDLAR, Urban, RAKAR, Mitja, KOS, Andrej. Big data analysis and cyber-physical systems. V: SIDDESH, Gaddadevara Matt (ur.). Cyber-physical systems: a computational perspective. Boca Raton; London; New York: CRC Press: Chapman & Hall. cop. 2016, str. 465-487, ilustr.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Izbirni predmet 1
Course title:	Elective course 1

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	IZP1

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Izbirni predmet 2
Course title:	Elective course 2

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	IZP2

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		90			150	12

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Izbirni predmet 3
Course title:	Elective course 3

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	IZP3

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Izbirni splošni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: ISP

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	
Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Izbirni splošni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	ISP

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Izbirni splošni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	ISP

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Izbirni splošni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: ISP

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	
Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Izbirni splošni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	ISP

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Izbirni splošni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	ISP

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Izbirni splošni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: ISP

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:		
	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**

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:	Kakovost električne energije
Course title:	Power Quality

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64285

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Igor Papič

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogoj za vključitev v študij predmeta je vpis v 2. letnik. Pogoj za opravljanje ustnega izpita je pozitivna ocena poročila o opravljenih vajah.	The prerequisite for the course is enrolment in the second year. The prerequisite for the oral exam is a positive assessment of tutorial report.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Splošno o kakovosti električne energije, osnovni pojmi in definicije, pregled standardov. Prehodni pojavi, dolgotrajna odstopanja napetosti, kratkotrajna odstopanja napetosti, napetostno neravnotežje. Popačenje oblike; enosmerne komponenete, harmoniki, med-harmoniki. Kolebanje napetosti - fliker. Napetostni upadi in prekinitve. Kazalci prekinitev napajanja. Izvajanje občasnih in trajnih meritev parametrov kakovosti električne energije, modeliranje delov omrežja in bremen za analizo kakovosti, sistemske impedančne karakteristike. Metode za porazdelitev odgovornosti za kakovost električne energije na sistemsko in porabniško stran. Širjenje motenj po omrežju. Ukrepi za izboljšanje kakovosti električne energije.	Introduction to power quality, basic terms and definitions, overview of power quality standards. Transient phenomena, long term voltage deviations, short term voltage deviations, voltage unbalance. Waveform distortions; dc components, harmonics, interharmonics. Voltage fluctuations – flicker. Voltage sags and interruptions. Supply interruption indices. Measurements of power quality parameters, permanent monitoring systems. Modelling of parts of power networks and loads for power quality analysis; system impedance characteristics. Methods of sharing responsibility for power quality distortion between network and customer side. Spreading disturbances across the network. Measures for power quality improvement.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Dougan, R.C., McGranaghan, M.F., Wayne Beaty, H., Electrical Power Systems Quality, McGraw-Hill, 1996.
Blume, D., Schlabbach, J., Stephanblome, T., Spannungsqualität in elektrischen Netzen, VDE-Verlag, 1999.
Bollen, M.H.J., Understanding Power Quality Problems – Voltage Sags and Interruptions, IEEE, 2000.
Arrillaga, J., Smith, B.C., Watson, N.R., Wood, A.R., Power System Harmonic Analysis, Wiley, 2000.
Arrillaga, J., Watson, N.R., Chen, S., Power System Quality Assessment, Wiley, 2001.

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Študent bo poznal osnovne pojme kakovosti električne energije in značilnosti napajalne napetosti. Pridobil bo osnovno znanje o izvedbi meritev, analizi merilnih rezultatov parametrov kakovosti napetosti in možnih ukrepih za izboljšanje kakovosti napajanja.	The student will acquire the knowledge of basic power quality terms and supply voltage characteristics and will also improve their knowledge of measurement performance, analysis of measurement results of power quality parameters, and possible measures to improve power quality.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - pojasniti pomen kakovosti električne energije pri obratovanju elektroenergetskega omrežja in oskrbi odjemalcev, - razlikovati glavne parametre kakovosti napetosti in metode za odpravo motenj, - analizirati enostavne primere harmonske popačitve in širjenja flikerja, - uporabiti znanje v praksi pri izvedbi meritev in analizi kakovosti električne energije, - povezati kakovost oskrbe, načrtovanje kompenzacije in posledice slabe kakovosti oskrbe, - uporabiti znanje o postopku izvedbe meritev in analizi merilnih rezultatov pri izvajanju drugih meritev.	After successful completion of the course, students should be able to: - explain the importance of power quality for the operation of power networks and customer supply, - distinguish between the main parameters of voltage quality and compensation methods, - analyze simple cases of harmonic distortion and flicker spreading, - use the knowledge for practical application of measurements and power quality analysis, - make the connection between the quality of supply, compensation planning and consequences of poor quality of supply, - use the knowledge of measurement procedure and analysis of measurement results in the frame of other measurements.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, avditorne vaje, laboratorijske vaje.	Lectures, tutorials and laboratory practice.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	34,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	33,00 %	written exam
ustni izpit	33,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. HERMAN, Leopold, PAPIČ, Igor, BLAŽIČ, Boštjan. A proportional-resonant current controller for selective harmonic compensation in a hybrid active power filter. IEEE transactions on power delivery, Oct. 2014, vol. 29, no. 5, str. 2055-2065.
2. MAKSIĆ, Miloš, PAPIČ, Igor. Calculating flicker propagation in a meshed high voltage network with interharmonics and representative voltage samples. International journal of electrical power & energy systems, Nov. 2012, vol. 42, no. 1, str. 179-187.
3. BOŽIČEK, Ambrož, BLAŽIČ, Boštjan, PAPIČ, Igor. Performance evaluation of a time-optimal current controller for a voltage-source converter and comparison with a hysteresis controller. IEEE transactions on power delivery, 2011, vol. 26, no. 2, str. 859-868.
4. BOŽIČEK, Ambrož, BLAŽIČ, Boštjan, PAPIČ, Igor. Time optimal current control with constant switching frequency for STATCOM. Electric power systems research, 2010, vol. 80, no. 8, str. 925-934.
5. MAKSIĆ, Miloš, PAPIČ, Igor. The calculation of flicker propagation in part of the Slovenian transmission network. International journal of electrical power&energy systems, 2010, vol. 32, no. 9, str. 1037-1048.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Kakovost električne energije
Course title:	Power Quality

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64285E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Igor Papič

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:
Pogoj za vključitev v študij predmeta je vpis v 2. letnik. Pogoj za opravljanje ustnega izpita je pozitivna ocena poročila o opravljenih vajah.	The prerequisite for the course is enrolment in the second year. The prerequisite for the oral exam is a positive assessment of tutorial report.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Splošno o kakovosti električne energije, osnovni pojmi in definicije, pregled standardov. Prehodni pojavi, dolgotrajna odstopanja napetosti, kratkotrajna odstopanja napetosti, napetostno neravnotežje. Popačenje oblike; enosmerne komponenete, harmoniki, med-harmoniki. Kolebanje napetosti - fliker. Napetostni upadi in prekinitve. Kazalci prekinitev napajanja. Izvajanje občasnih in trajnih meritev parametrov kakovosti električne energije, modeliranje delov omrežja in bremen za analizo kakovosti, sistemske impedančne karakteristike. Metode za porazdelitev odgovornosti za kakovost električne energije na sistemsko in porabniško stran. Širjenje motenj po omrežju. Ukrepi za izboljšanje kakovosti električne energije.	Introduction to power quality, basic terms and definitions, overview of power quality standards. Transient phenomena, long term voltage deviations, short term voltage deviations, voltage unbalance. Waveform distortions; dc components, harmonics, interharmonics. Voltage fluctuations – flicker. Voltage sags and interruptions. Supply interruption indices. Measurements of power quality parameters, permanent monitoring systems. Modelling of parts of power networks and loads for power quality analysis; system impedance characteristics. Methods of sharing responsibility for power quality distortion between network and customer side. Spreading disturbances across the network. Measures for power quality improvement.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Dougan, R.C., McGranaghan, M.F., Wayne Beaty, H., Electrical Power Systems Quality, McGraw-Hill, 1996.
Blume, D., Schlabbach, J., Stephanblome, T., Spannungsqualität in elektrischen Netzen, VDE-Verlag, 1999.
Bollen, M.H.J., Understanding Power Quality Problems – Voltage Sags and Interruptions, IEEE, 2000.
Arrillaga, J., Smith, B.C., Watson, N.R., Wood, A.R., Power System Harmonic Analysis, Wiley, 2000.
Arrillaga, J., Watson, N.R., Chen, S., Power System Quality Assessment, Wiley, 2001.

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Študent bo poznal osnovne pojme kakovosti električne energije in značilnosti napajalne napetosti. Pridobil bo osnovno znanje o izvedbi meritev, analizi merilnih rezultatov parametrov kakovosti napetosti in možnih ukrepih za izboljšanje kakovosti napajanja.	The student will acquire the knowledge of basic power quality terms and supply voltage characteristics and will also improve their knowledge of measurement performance, analysis of measurement results of power quality parameters, and possible measures to improve power quality.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - pojasniti pomen kakovosti električne energije pri obratovanju elektroenergetskega omrežja in oskrbi odjemalcev, - razlikovati glavne parametre kakovosti napetosti in metode za odpravo motenj, - analizirati enostavne primere harmonske popačitve in širjenja flikerja, - uporabiti znanje v praksi pri izvedbi meritev in analizi kakovosti električne energije, - povezati kakovost oskrbe, načrtovanje kompenzacije in posledice slabe kakovosti oskrbe, - uporabiti znanje o postopku izvedbe meritev in analizi merilnih rezultatov pri izvajanju drugih meritev.	After successful completion of the course, students should be able to: - explain the importance of power quality for the operation of power networks and customer supply, - distinguish between the main parameters of voltage quality and compensation methods, - analyze simple cases of harmonic distortion and flicker spreading, - use the knowledge for practical application of measurements and power quality analysis, - make the connection between the quality of supply, compensation planning and consequences of poor quality of supply, - use the knowledge of measurement procedure and analysis of measurement results in the frame of other measurements.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, avditorne vaje, laboratorijske vaje.	Lectures, tutorials and laboratory practice.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	34,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	33,00 %	written exam
ustni izpit	33,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. HERMAN, Leopold, PAPIČ, Igor, BLAŽIČ, Boštjan. A proportional-resonant current controller for selective harmonic compensation in a hybrid active power filter. IEEE transactions on power delivery, Oct. 2014, vol. 29, no. 5, str. 2055-2065.
2. MAKSIĆ, Miloš, PAPIČ, Igor. Calculating flicker propagation in a meshed high voltage network with interharmonics and representative voltage samples. International journal of electrical power & energy systems, Nov. 2012, vol. 42, no. 1, str. 179-187.
3. BOŽIČEK, Ambrož, BLAŽIČ, Boštjan, PAPIČ, Igor. Performance evaluation of a time-optimal current controller for a voltage-source converter and comparison with a hysteresis controller. IEEE transactions on power delivery, 2011, vol. 26, no. 2, str. 859-868.
4. BOŽIČEK, Ambrož, BLAŽIČ, Boštjan, PAPIČ, Igor. Time optimal current control with constant switching frequency for STATCOM. Electric power systems research, 2010, vol. 80, no. 8, str. 925-934.
5. MAKSIĆ, Miloš, PAPIČ, Igor. The calculation of flicker propagation in part of the Slovenian transmission network. International journal of electrical power&energy systems, 2010, vol. 32, no. 9, str. 1037-1048.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Kinematika in dinamika robotov
Course title:	Robot Kinematics and Dynamics

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64232

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Marko Munih

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Homogone transformacije diferencialnih premikov (odvod transformacije, diferencialna translacija in rotacija, transformacija diferencialnih premikov med koordinatnimi sistemi); Jacobijeva matrika za manipulator (izračun, geometrijska in analitična, inverzna, singularnost, redundantnost, psevdoinverzna J matrika); Statika (ekvivalentni momenti sklepa, transformacija sil in momentov, dualnost kinematike in statike, togost); Generiranje trajektorije (interpolacije, absolutni, inkrementalni interpolator, kubični polinom in polinomi višjega reda, linearni segmenti s paraboličnimi nastavki, vmesne točke, trajektorija podana v zunanjih koordinatah). Lagrangeova dinamika togega manipulatorja (izračun kinetične in potencialne energije, enačba gibanja); Pomembne lastnosti dinamičnega modela (poševno simetrična matrika N, linearnost, zapis v zunanjih koordinatah); Newton-Euler dinamika (izpeljava ravnotežnih enačb, izračun kinematičnih veličin); Primeri.	Homogenious transformations of diferential movements (transformation derivative, differential translation and rotation, transformation of differential movements between coordinate systems); Jacobian matrix for manipulator (calculation, geometry and analytical, inverse, singularity, redundancy, J pseudoinverse); Statics (equvivalent joint torques, transformation of forces and moments, kinematics and statics duality, stiffness); Trajectory generation (interpolation, absolute, incremental interpolator, cubic and higher order polynomials, linear segments with parabolic ends, intermediate points, trajectory defined in external coordinates); Lagrange dynamics of rigid manipulator (calculation of kinetic and potential energy, movement equations); Important properties of dynamic model (Skew-symmetry of matrix N, linearity, notation in external coordinates); Newton-Euler formulation (equilibriaum equations, calculation of kinematic quantities); Examples.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. M. Munih: Diferencialna kinematika, statika in generiranje trajektorije, Založba FE in FRI, 2005.
2. M. Munih: Dinamika in vodenje robotov, Založba FE in FRI, 2005.
3. L. Sciavico, B. Siciliano: Modeling and Control of Robot Manipulators, The McGraw – Hill Companies, Inc., New York, 2000.
4. H. Choset, K. M. Lynch, S. Hutchinson, G. Kantor, W. Burgard, L. E. Kavraki, S. Thrun: Principles of robot motion, MIT Press, 2005.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
(a) Spoznati teoretične osnove diferencialne kinematike, statike, Lagrange in Newton-Euler dinamike. (b) Preveriti medsebojen vpliv veličin z omenjenih področij na realnih mehanizmih v laboratoriju. (c) Dolgoročno: razumevanje podanih relacij in njihova uporaba	(a) Spoznati teoretične osnove diferencialne kinematike, statike, Lagrange in Newton-Euler dinamike. (b) Preveriti medsebojen vpliv veličin z omenjenih področij na realnih mehanizmih v laboratoriju. (c) Dolgoročno: razumevanje podanih relacij in njihova uporaba

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - opisati teoretične osnove diferencialne kinematike, statike, Lagrange in Newton-Euler dinamike, - razviti zmerno kompleksne dinamične modele mehanizmov samostojno in bolj kompleksne s pomočjo ustreznih računalniških orodij, - uporabiti relacije diferencialne kinematike, statike in dinamike v robotiki, robotskem vidu, navideznih okoljih, - izvesti simulacije diferencialne kinematike, statike in dinamike, - preveriti medsebojen vpliv veličin na realnih mehanizmih v laboratoriju, - pojasniti medsebojni vpliv diferencialne kinematike, statike in dinamike.	After successful completion of the course, students should be able to: - describe teoretical basics of diferencial kinematics, statics, lagrange and Newton-Euler dynamics, - develop moderately complex dynamic models of mechanism independently and more complex by using adeqaute computer tools, - use relations of differential kinematics and statics in robotics, robot vision and virtual reality environments. - perform simulations in diferencial kinematics, statics and dynamics, - check mutual interplay of variables on real mechanisms in the laboratory, - explain mutual dependence of diferential kinematics, statics and dynamics.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, laboratorijsko delo v manjših skupinah. Praktične vaje potekajo na večjem številu sodobnih industrijskih in drugih robotov. Študenti imajo na voljo skripta z zgoščeno vsebino predmeta. Vabljeni so gostujoči predavatelji iz slovenske industrije.	Lectures, laboratory practice in smaller groups. In practical exercises are used larger number of modern industrial and other robots. Students have available lecture notes with condensed content of the subject. Invited are guest lectures from Slovenian industry.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Laboratorijske vaje in pisni/ustni izpit: od 6 do 10 pozitivno, 5 je negativna ocena. Pisno poročilo ob koncu praktičnih laboratorijskih vaj. Zahtevana je obvezna prisotnost pri praktičnih vajah. Študent pripravi poročila za posamezne opravljene projekte. Pisni izpit obsega naloge in vprašanja iz obravnavane snovi. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje izpit		Lab practice and written/oral exam: from 6 to 10 positive, negative grade is 5. Written report at the end of project period is required. Presence is obligatory during practical exercises. Student prepares report for each project. The written exam contains cases and questions in the fields of course. Contributions to the final grade: laboratory exercises exam
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
izpit	50,00 %	exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BAJD, Tadej, MIHELJ, Matjaž, MUNIH, Marko. Introduction to robotics, Springer, 2013.
2. BAJD, Tadej, MIHELJ, Matjaž, LENARČIČ, Jadran, STANOVNIK, Aleš, MUNIH, Marko. Robotics, Springer, 2010.
3. REJC, Jure, KOVAČIČ, Franc, TRPIN, Anton, TURK, Igor, ŠTRUS, Miran, REJC, Danilo, OBID, Pavle, MUNIH, Marko. The mechanical assembly dimensional measurements with the automated visual inspection system. Expert syst. appl. 2011, vol. 38, no. 8, str. 10665-10675.
4. 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. 4, str. 474-4855.

5. 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, 2014, vol. 21, no. 4, str. 82-93.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Kompleksni merilni sistemi
Course title:	Complex Measurement Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64233

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Dušan Agrež, Janko Drnovšek, Jovan Bojkovski

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta. Pogoj za opravljanje pisnega/ustnega izpita so opravljene laboratorijske vaje in seminar	Enrolment in the year of the course. Prerequisite for approaching to written/oral exam are completed laboratory exercises and seminar

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
a) splošni principi kompleksnih merilnih sistemov in merljivost pojavov (uvod v kompleksne merilne sisteme, omejitve pri merjenju električnih in neelektričnih veličin, merljivost parametrov v senzoričnem merjenju, merilne lestvice, matematično modeliranje, negotovost neposredno in posredno merjenih veličin, merjenja izven SI sistema enot) b) osnove kvantne metrologije (kvantni pojavi, povezava med definicijo in realizacijo fizikalnih veličin, fizikalne konstante in uporaba v merilnih sistemih) c) prilagajanje signalov in zmanjševanje šuma v elektronskih merilnih sistemih (ojačenje, mostična vezava, filtriranje,…) d) plavajoče meritve in zaščita (načini izvajanja plavajočih meritev v odvisnosti od merjenega signala, načini izvedbe zaščit, prikazi dobre prakse izvedbe zaščite, varnost) e) merilna točnost, negotovost in obdelava rezultatov (osnove merilne točnosti, sledljivosti, viri negotovosti, obdelava in prikaz merilnih rezultatov) f) merilna negotovost pri merjenju dinamičnih pojavov g) merjenja po področjih (medicina, električna varnost, okolje, energetika, ...)	a) common principles of complex measurement systems and measurability (introduction to complex measurements systems, limitation in measurement of electrical and non-electrical quantities, measurements of perception-based parameters, measurement scales, mathematical models, uncertainty of directly and indirectly measured physical quantities, measurements outside SI System of units) b) basics of quantum metrology (quantum phenomena, linkage between definition and realization of physical quantities, physical constants and usage in measurement systems) c) signal adjustment and filtering in electronic measurement systems (amplification, bridge, filtering, …) d) floating measurements and guard (different principles of floating measurements depending on the measurement signal, how to properly guard measurement system, safety and security when measuring) e) measurement accuracy, uncertainty and data processing (basics of accuracy, traceability, sources of uncertainty, uncertainty budget, data processing and presentation of measuring results) f) measurement uncertainty in dynamic measurements

	g) specific measurements (medicine, electrical safety, environment, power engineering, ...)

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Drnovšek, J.; Bojkovski, J,Batagelj, V., Hudoklin, D.: Kompleksni merilni sistemi, Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko 2016
2. Pendrill, L. R., Geršak, Gregor, Drnovšek, Janko, et al. Measurement with persons : a European network. NCSL International measure, ISSN 1931-5775, Jun. 2010, vol. 5, no. 2, str. 35-46
3. Berglund, Birgitta, Drnovšek, Janko, Geršak, Gregor, et al. Measurement of perception : a European network "Measuring the impossible". V: Mesurer pour agir, agir pour progresser = Added value through better measurement : actes des conférences = proceedings, 14 Congrès international de métrologie, 20-25 juin 2009, Paris, France = 14th International Metrology Congress. Paris: Collège Français de métrologie. cop. 2009, str. 1-6
4. Lang, T.T: Computerized Instrumentation. New York: John Wiley & Sons Inc. 1991
5. Carr, J.J.: Elements of Electronic Instrumentation and Measurement. 3. izdaja. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall. 1996
6. Morris, A.S.: The essence of measurement. London, New York: Prentice-Hall. 1996
7. Lang, T.T: Electronics of measuring systems. Chichester, New York: John Wiley & Sons Inc. 1994
8. Bentley, J.P.: Principles of Measurement Systems. 3. izdaja. New York: John Wiley & Sons Inc. 2005
9. Morris, A.S.: Measurement and Instrumentation Principles. Oxford: Butterworth-Heinemann. 2001
10. Regtien, P.P.L.: Measurement Science for Engineers. London, Sterling: Kogan Page Science. 2004

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta Kompleksni merilni sistemi je razumeti, razširiti in poglobiti znanje o kompleksnih merilnih sistemih ter merljivosti pojavov na različnih znanstvenih področjih. Študent spozna merilne lestvice izven sistema SI, problem matematičnega modeliranja ter računanje negotovosti neposredno in posredno merjenih veličin. Študent se seznani z osnovami kvantne metrologije, trenutnim stanjem in prihodnjim razvojem glede na konkretne raziskovalne projekte. V sklopu predmeta študent proučuje zahteve, prisotne pri prilagajanju signalov različnih vrst (frekvenca, amplituda, moč, ..), in zmanjševanju šuma v elektronskih merilnih sistemih ter ugotovi osnovne parametre potrebne za uspešno izvajanje plavajočih meritev kot tudi optimalno izvedbo zaščit. Predmet daje podrobne informacije o sodobnih definicijah, vezanih na izračune merilnih negotovosti pri statičnih in dinamičnih meritvah, in obdelavi ter prikazovanju merilnih rezultatov. V povezavi z merjenji so obdelane nekatere tehnike procesiranja signalov (korelacije, avtokorelacije...) ter implementacija ustrezne merilne instrumentacije. Pridobljeno znanje je vezano tako na klasična fizikalna področja, zagotavlja pa tudi osnovo senzoričnim merjenjem oziroma interdisciplinarnim pristopom na področjih človeškega zaznavanja v npr. medicini in okolju, na področju izdelkov in storitev, psiho-socialnih vplivov itd.	The objective of the course Complex measurement system is to broaden knowledge about complex measurement systems and measurability of phenomena from different scientific areas. The student learns about measurement scales outside SI, mathematical modelling, and calculations of directly and indirectly measured quantities. Within the course, basics of quantum metrology are given with associated current and future research topics. In scope of the course student gets knowledge how to define requirements for data adjustment of signals (frequency, amplitude, power, ...) and methods for optimal guarding of measurement systems, basic and advanced parameters of floating measurements. The course contains information about modern definitions of measurement uncertainty in static and dynamic measurements, data processing and presentation. Related to measurements, some signal processing techniques, e.g. correlations, auto correlations, are discussed and associated instrumentation presented. Acquired knowledge relates to classical measurement areas, as well as introduces soft or sensory metrology principles. It also introduces interdisciplinary principles in the area of human perception in areas outside pure physical metrology, such as medicine, product and service design, psycho- sociology and similar.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • Opisati in razumeti potrebe in zgradbo kompleksnih merilnih sistemov, merilnih lestvic in matematičnih modelov merjenj	After successful completion of the course, students should be able to: • Identify advanced terms about complex measurement system, measurement scales and mathematical models off measurements

• Opisati in razumeti razvoj enot SI sistema, definicije, realizacije in implementacije enot, kvantne realizacije osnovnih fizikalnih veličin, razvoj novih metod • Analizirati pojme, povezane s procesiranjem signalov, prilaganjem signalov in zmanjševanjem šuma • Klasificirati in obvladovati koncept merjenj na različnih področjih, kot so medicina, zaščita okolja, človekovo zaznavanje… • Analizirati in razumeti merjenja kot informacijski proces, ki je ključen za odločanje	• Explain and understand the development of SI units, definitions and realisations, basics of quantum realisations of units, development of new techniques • Analyse items in scope of signal processing, signal conditioning and noise filtering • Classify and understand advanced concepts of measurements in areas such as medicine, environment, human perception… • Analyse and understand measurements as an information process which is fundamental for decision making

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
V okviru predavanja so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij kompleksnih merilnih sistemov, skupaj s prikazom rešitev enostavnih praktičnih primerov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj in seminarja. Laboratorijske vaje so zasnovane v več delih, v katerih se študentje postopoma seznanjajo s problemom in kompleksnimi merilnimi sistemi. Vključujejo samostojno delo, hkrati pa vsi študentje dodatno pripravijo samostojen seminar na temo moderne instrumentacije. Dodatno vsak študent izvede v obliki seminarja tudi celovit projekt, vezan na merljivost določenih pojavov, ga razdela ter predstavi z vseh metroloških vidikov. Študentje ustno poročajo celi skupini ter predstavijo končne rezultate vaj in obeh seminarjev.	In scope of the lectures, the theoretical background on particular subjects related to complex measurement systems together with presentation of simple practical examples is given. A complete study material is available to the students. Practical work is being performed in the laboratory environment and seminar, and is accomplished in steps acquainting students with the problem and complex measurement system. Each student individually prepares a seminar on complex measuring systems, typically outside of well-established measurement areas, and an individual seminar dealing with advanced instrumentation solutions. All the students have to present their work in the form of two seminars in order to practice presentation techniques.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminar, pisni izpit, ustni izpit Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k pisnem in ustnemu izpitu Prispevki k oceni: • laboratorijske vaje in seminar, • pisni izpit, • ustni izpit.		Type: laboratory exercises, seminar, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the written and oral exam. Contributions to final grade: • laboratory exercises and seminar, • Written exam, • Oral examination.
• laboratorijske vaje in seminar	50,00 %	• laboratory exercises and seminar
• pisni izpit	25,00 %	• Written exam
• ustni izpit	25,00 %	• Oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BEGUŠ, Samo, BOJKOVSKI, Jovan, DRNOVŠEK, Janko, GERŠAK, Gregor. Magnetic effects on thermocouples. Measurement science & technology, 2014, vol. 3, no. 25, str. 1-1
2. MIKLAVEC, Andraž, PUŠNIK, Igor, BATAGELJ, Valentin, DRNOVŠEK, Janko. A large aperture blackbody bath for calibration of thermal imagers. Measurement science & technology, 2013, vol. 2, no. 24, str. 1-8.
3. AGREŽ, Dušan. Estimation of parameters of the weakly damped sinusoidal signals in the frequency domain. Computer standards & interfaces, 2011, vol. 33, no. 2, str. 117-121.
4. ŽUŽEK, Vincencij, BATAGELJ, Valentin, DRNOVŠEK, Janko, BOJKOVSKI, Jovan. Effect of bushings in thermometric fixed-point cells. Measurement, Jan. 2016, vol. 78, str. 289-295.
5. BATAGELJ, Valentin, ŽUŽEK, Vincencij, DRNOVŠEK, Janko, BOJKOVSKI, Jovan. A numerical and experimental investigation of the heat losses in thermometric fixed-point cells. International journal of heat and mass transfer, Jun. 2015, vol. 85, str. 321-335.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Komunikacija v razvoju in raziskavah
Course title:	Communication in Research and Development

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64307

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Damijan Miklavčič
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Javno nastopanje, časovna omejitev in občinstvo, zbiranje in izbor podatkov ter informacij, določitev glavnega sporočila, izbor dokazov, plan predstavitve, priprava vizualnih pripomočkov in pisnega gradiva za občinstvo, priprava govora, izvedba in kritična ocena nastopa, odgovarjanje na vprašanja, pisanje povzetka, namen in struktura povzetka, izdelava in kritična ocena povzetka, poster kot oblika komunikacije, struktura in oblika posterja, pisanje članka, struktura članka in osnovna pravila pisanja člankov, ilustracija v strokovni in znanstveni literaturi. Pravila in napotki za pisanje diplome in priprave zagovora.	Public speaking, time constraints and the audience, collection and selection of data and information, determination of the main message, selecting of evidence, preparation of presentation and handouts, speech preparation, performance and critical evaluation of the presentation, answering questions, writing summary, the purpose and structure of the summary, poster as a form of communication and its critical evaluation, structure and design of a poster, structure of an article and basic rules of writing articles, illustrations in scientific and technical literature. Rules and guidelines for writing a diploma and preparing a defence.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Blicq, R.S., Moretto, L.A., Writing Reports to Get Results, IEEE Press, 1995.
2. Markel, M., Writing in the Technical Filelds, IEEE Press, 1994.
3. Rugg, G., Petre, M., The Unwritten Rules of PhD Research, Open University Press, The McGraw-Hill Education, 2004.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Razvijanje komunikacijskih sposobnosti. Študentje bodo razvili splošne kompetence: - komunikacijska spretnost, - sposobnost argumentiranega zagovarjanja lastnih stališč in upoštevanje stališč drugih,	Developing communication skills. General competencies that will be developed: - communication skills, - the ability of argumentative defense of own views and consideration of the views of others,

- sposobnost uporabe znanj in veščin v praksi.	- ability to use knowledge and skills in practice.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Izbrati ustrezen način komunikacije glede na tarčno publiko; Uporabiti in pripraviti strokovno predstavitev (pisna in ustna z uporabo vizualnih pripomočkov); Razumeti kako drugi dojemajo in razumejo moje pisanje in moje predstavitve; Kritično vrednotiti dela drugih.	To select appropriate communication method (writing or oral) with respect to target audience; To use and prepare presentation (written and verbal using visual aids)M To consider and understand how others perceive and understand my writing and my presentation; To be able to critically evaluate others work.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
predavanja, vaje, domače delo, primeri, nastopanje, snemanje in analiza	Lectures, practical work, individual work, home work, preparation and presentation of seminars, examples, presenting, recording, analysis

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Ocena 5 je negativne, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Preverjanje znanja: laboratorijske vaje, domača naloga in ustni izpit; pozitivna ocena laboratorijskih vaj in domače naloge je pogoj za pristop k ustnemu izpitu. Prispevki k oceni: domače naloge in laboratorij ustni izpit		Negative grade: 5 Positive grades: from 6 to 10 Positive evaluation of laboratory exercises and homework is a prerequisite for the final exam. Contributions to final grade: homework and lab oral examination
domače naloge in laboratorij	80,00 %	homework and lab
ustni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MIKLAVČIČ, Damijan. Objavljanje rezultatov raziskav - pisanje člankov. *Elektrotehniški vestnik*, 2010, letn. 77, št. 1, str. 75-84.
2. ERHATIČ ŠIRNIK, Romana (avtor, urednik), JARH, Orest (avtor, urednik), JARM, Tomaž, MAGJAREVIĆ, Ratko, MIKLAVČIČ, Damijan (avtor, urednik), REBERŠEK, Stanislav, ŠUHEL, Peter, ZUPANIČ SLAVEC, Zvonka, ZAZULA, Damjan. *Biomedicinska tehnika v Sloveniji: s tehniko do zdravja*. Ljubljana: Založba FE, 2015. 180 str., ilustr. ISBN 978-961-243-282-9.
3. MARJANOVIČ, Igor, MIKLAVČIČ, Damijan. Elektroporacija : močno orodje, uporabno v biologiji, biotehnologiji in medicini. *Življenje in tehnika*, 2011, letn. 62, št. 7/8, str. 34-4
4. RASO, Javier, FERRARI, Giovanna, MIKLAVČIČ, Damijan. Applications of pulsed electric field for food processing - special issue. V: Training School on Applications of Pulsed Electric Fields (PEF) for Food Processing, University of Zaragoza (Spain), January 20-23, 200 RASO, Javier (ur.), MIKLAVČIČ, Damijan (ur.), FERRARI, Giovanna (ur.). *Applications of PEF for food processing : special section on Applications of PEF for Food Processing*, (Innovative food science & emerging technologies, ISSN 1466-8564, vol. 29 (May 2015)). New York [etc.]: Elsevier Science, 2015, str. 1.
5. MIKLAVČIČ, Damijan (intervjuvanec). Velika perspektiva pri obravnavi bolnikov z bazalnoceličnim karcinomom : intervju : prof. Damijan Miklavčič o elektroporaciji pri zdravljenju raka. *Medicina danes*, ISSN 1855-5853, 23. sep. 2015, št. 11/12, str. 22-24.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Komunikacije in družba
Course title:	Communications and Society

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)		Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64316

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		15			65	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	Andrej Kos, Janez Bešter, Matevž Pogačnik
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni/elective

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Izbirni predmet je namenjen študentkam in študentom netehniških študijskih programov ne glede na stopnjo njihovega matičnega programa. Predmeta ne morejo izbrati študentke in študenti podiplomskega študijskega programa II. stopnje Elektrotehnika.	The elective course is intended for students of non-engineering study programmes irrespective of the level of their programme. The students of master study programme Electrical Engineering are not entitled to elect this course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predavanja: • Komunikacijske storitve ter vpliv informacijsko komunikacijskih tehnologij (IKT) na gospodarski razvoj in bruto domači proizvod (BDP) • Informacijska pismenost (sposobnost ter znanje uporabe komunikacijskih naprav, storitev, uporabe programskih orodij, uporaba multimedijskih storitev kot študijskega/znanstvenega vira ...) • Socialnogeografski in sociološki vidiki/posledice množične razširjenosti IKT in komunikacijskih storitev • Arhitekture in delovanje telekomunikacijskih in multimedijskih sistemov • IKT kot ključne tehnologije za vzpostavitev nizkoogljične družbe ter sonaravnega trajnostnega razvoja • Internet prihodnosti • Konvergenca IKT in drugih branž (energetika, zdravstvo, javna uprava, turizem, transportni sistemi, ...) • IKT kot nosilec velikih sprememb šolskega sistema (e-šolstvo)	**Lectures** • Communication services and the impact of information and communication technologies (ICT) on the economic development and gross domestic product (GDP) • Information literacy (the ability and knowledge of the use of communication devices, services, software tools and multimedia services as academic / scientific source ...) • Socio-geographical and sociological aspects /consequences of the mass distribution of ICT and communication services • The architecture and operation of telecommunication and multimedia systems • ICT as a key technology for the creation of sustainable low-carbon society and sustainable development • The Future Internet • Convergence of ICT and other branches (energy, health, public administration, tourism, transport systems, ...) • ICT as a carrier of major changes in the school system (e-Education)

• uporaba IKT pri depriviligiranih družbenih skupinah (invalidi, starostniki, socialno šibkejši, bolni ...) • Lastnosti in značilnosti uporabe in komunikacije preko socialnih omrežij (Facebook, MySpace, LinkedIn, Twitter ...) • Interaktivnost ter uporabniški vidiki sodobnih IKT storitev • IKT in podjetništvo ter primeri globalno uspešnih projektov **Vaje:** • Informacijska pismenost (sposobnost ter znanje uporabe komunikacijskih naprav, storitev, uporabe programskih orodij, uporaba multimedijskih storitev kot študijskega/znanstvenega vira ...) • Informacijska varnost • Multimedijsko izobraževanje • Analiza komunikacijskih tokov • Konfiguriranje uporabniške opreme • Strokovna ekskurzija (operater komunikacij, multimedijski center, center vodenja letalskega prometa, dom IRIS…)	• The use of ICT in disadvantaged social groups (disabled, elderly, socially disadvantaged people, ill ...) • The properties and characteristics of the use and communication via social networks (Facebook, MySpace, LinkedIn, Twitter ...) • Interactivity and user aspects of modern ICT services • ICT and entrepreneurship, and examples of globally successful projects **Tutorial**: Information literacy (the ability and knowledge of the use of communication devices, services, software tools and multimedia services as academic / scientific source ...) • Information security • Multimedia based education • Analysis of communication flows • The configuration of user equipment • Excursion (communications operator, MMC, air traffic control center, home IRIS ...)

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Mitra, S., G. Bhatnagar , S. Mehta, Introduction to Multimedia Systems, Academic Press, 2001, 300 str., ISBN: 0-12500-452-4
2. Georgios Tselentis, Towards the Future Internet: A European Research Perspective, IOS Press, 2009
3. Ovidiu Vermesan & Peter Friess, Internet of Things - Global Technological and Societal Trends, River Publishers, 2011
4. Nagy Hanna, E-Transformation: Enabling New Development Strategies, Springer, 2010
5. Cheryl Rickman, The Digital Business Start-Up Workbook, Wiley, 2012

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Pregled področja IKT sistemov in družbenih vplivov tehnološkega razvoja. Analiza vpliva tehnologij na gospodarstvo in družbo, osnove informacijske pismenosti. Spoznavanje osnovnih pojmov s področja telekomunikacij in multimedije, razumevanja delovanja IKT sistemov s stališča arhitektur in uporabljanih tehnologij. Najpomembnejši primeri uporabe IKT storitev in vertikal.	Overview of ICT systems and societal impacts of the technological development. Analysis of the impact of technologies on the economy and society, basics of information literacy. Introduction to the basic concepts in telecommunications and multimedia, understanding of the functioning of ICT systems in terms of architectures and technologies used. The most important examples of the use of ICT services and verticals.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Razumevanje pomembnih vprašanj v zvezi z delovanjem IKT in njenim vplivom na vsakdan končnih uporabnikov. Poznavanje najpomembnejših storitvenih vertikal in osnovno razumevanje tehnoloških aspektov. Osvojitev ključnih znanj za uspešno uporabo komunikacijskih storitev in IKT v študijske in poslovne namene ter uspešno kariero.	Understanding of important issues relating to the operation of ICT and its impact on the daily lives of end users. Knowledge of the most important services and a basic understanding of technology aspects. Mastering the key skills for successful use of communication services and ICT in study and business purposes and a successful career.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, praktični prikazi, laboratorijske vaje, ekskurzije.	Lectures, demonstrations, practical, tutorial and laboratory work, excursions.

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

Pisni in ustni izpit. Kandidat, ki na pisnem izpitu zbere vsaj 50 % možnih točk, lahko pristopi k ustnemu izpitu. Končna ocena se oblikuje na podlagi rezultata pisnega izpita in ustnega zagovora, pri katerem se upošteva tudi poročilo z vaj. Ocenjevalna lestvica: nezadostno (5), zadostno (6), dobro (7), prav dobro (8), prav dobro (9), odlično (10). Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Written and oral exam. The candidate who passes the written exam with at least 50% of all possible points can take the oral examination. Final assessment is formed on the basis of the result of written and oral examination, which is subject also to a report from the practical work. Grading scale: poor (5), adequate (6), good (7), very good (8), very good (9), excellent (10). Contributions to final grade: written exam oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. 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. Lect. notes comput. sci., str. 27-38, ilustr. [COBISS.SI-ID 9370964].
2. PAPIĆ, Marko, ZEBEC, Luka, POGAČNIK, Matevž, BEŠTER, Janez, ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja, LOGAR, Vito. Personalized learning environment E-CHO. EUROSIM simul. news Eur., Aug. 2011, vol. 22, no. 2, str. 17-24, ilustr. [COBISS.SI-ID 8957524].
3. UMBERGER, Mark, HUMAR, Iztok, KOS, Andrej, GUNA, Jože, ŽEMVA, Andrej, BEŠTER, Janez. The integration of home-automation and IPTV system and services. Comput. stand. *interfaces*. [Print ed.], Jun. 2009, vol. 31, no. 4, str. 675-684, ilustr. [COBISS.SI-ID 7093332].
4. Volk Mojca, Štular Mitja, Bešter Janez, Kos Andrej, Tomažič Saso. IMS - IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM. V: Furth, Borko (ur.). Encyclopedia of Wireless and Mobile Communications, 1E (3 Vols.). 2007. ISBN: 978-1-4200-5564-1, pp. 462 – 473.
5. Volk Mojca, Guna Jože, Kos Andrej, Bešter Janez. Quality-assured provisioning of IPTV services within the NGN environment. IEEE Communications Magazine, 2008. vol. 46, issue 5.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Komunikacijska elektronika
Course title:	Communication Electronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64311E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Matej Zajc

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Analogni gradniki elektronskih komunikacijskih vezij, tehnologije izdelave analognih vezij: ojačevalniki, filtri, analogno/digitalna pretvorba signala. Gradniki digitalnih komunikacijskih vezij: namenski procesorji, programljive arhitekture, periferne enote, tehnologije izdelave digitalnih vezij. Gradniki komunikacijskih sistemov: zajem in obdelava signalov. Uporabniška elektronika in vgrajeni sistemi: optimizacija porabe moči, življenjska doba produkta, optimizacija podsklopov in stopnja integracije ter vpliv na lastnosti vezij in ceno produkta. Telekomunikacijski sistemi: arhitekture komunikacijskih sistemov, strojna in programska oprema. Multimedijski sistemi: arhitekture multimedijskih sistemov, strojna in programska oprema, realizacija algoritmov digitalne obdelave signalov.	Analog components of electronic communications circuits and manufacturing technologies: amplifiers, filters, analogue/digital signal conversion. Digital components of communications systems: application specific processors, programmable architectures, peripheral units and manufacturing technologies. Components of communication systems: signal acquisition and processing. Consumer electronics and embedded systems: optimized power consumption, product life cycle, sub-system optimization, level of integration and impact on features and costs. Communication systems: architecture of communications systems, hardware and software. Multimedia systems: multimedia systems' architecture, hardware and software, algorithm design and implementation.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. L. Frentzel, Principles of Electronic Communication Systems, 3. izdaja, 2007.
2. T. L. Floyd, Analog Fundamentals: a systems approach, Pearson, 2012
3. R. Tokheim, Digital electronics: principles and applications, 8th edition, McGraw-Hill, 2013.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj predmeta Komunikacijska elektronika je študentu podati znanje o zajemu, obdelavi in prenosu signalov z elektronskimi vezji. Predmet obravnava delovanja	The objective of the course Communication electronics is to deepen the understanding of circuits for signal acquisition, processing and transmission. The goal of the

analognih in digitalnih elektronskih vezij, ki se kot gradniki uporabljajo pri realizaciji v telekomunikacijskih in multimedijskih sistemih. Študent se seznani s stanjem na področju komunikacijskih vezij s poudarkom na tehnološki izvedljivosti, ekonomski upravičenosti in trendih.	course is to understand analog and digital electronic circuits and their application in communication and multimedia systems. Student learns state of the art in the field of modern communication electronics, technological and economic feasibility, and trends.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: Analizirati delovanje analognih in digitalnih elektronskih gradnikov ter njihovo vlogo v komunikacijskih in multimedijskih sistemih. Izračunati elektronska vezja z izbranimi analitičnimi metodami. Uporabiti simulacijska okolja za modeliranje analognih in digitalnih komunikacijskih vezij. Načrtovati gradnike analognih in digitalnih vezij za preoblikovanje signalov. Celovito razložiti proces zajema in obdelave signalov z elektronskimi vezji. Povezovati teoretična izhodišča z analizo delovanja izbranih komercialnih produktov. Ovrednotiti tehnološko zahtevnost izbranih primerov.	After successful completion of the course, students should be able to: Analyse operation of analog and digital electronic components and their role in telecommunication and multimedia systems. Calculate electronic circuits with selected analytical methods. Use of simulation tools for modelling of analog and digital communication circuits. Design of selected analog and digital signal transformation circuits. Comprehensively explain the process of signal acquisition and processing with electronic circuits. Connecting theoretical foundations with the analysis of selected commercial products. Assess the technological complexity of selected case studies.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom rešitev enostavnih praktičnih primerov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj. Študent na izbrano temo pripravi samostojni projekt, ki ga tudi predstavi.	The lectures provide a theoretical background on selected topics together with simple practical demonstrations. A complete study material is available online. Practical work is being performed in the laboratory environment. Individual projects are based on selected topics and presented by students.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, samostojni projekt, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in samostojni projekt pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, individual project, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises and individual project written exam oral examination
laboratorijske vaje in samostojni projekt	40,00 %	laboratory exercises and individual project
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	10,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KOLENC, Mitja, NEMČEK, Peter, GUTSCHI, Christoph, SULJANOVIĆ, Nermin, ZAJC, Matej. Performance evaluation of a virtual power plant communication system providing ancillary services. Electric power systems research, ISSN 0378-7796. 2017, 149, str. 46-54.
2. PLESNIK, Emil, MALGINA, Olga, TASIČ, Jurij F., ZAJC, Matej. Detection of the electrocardiogram fiducial points in the phase space using the euclidian distance measure. *Med. eng. phys.* May 2012, vol. 34, no. 4, str. 524-529.
3. SULJANOVIĆ, Nermin, MUJČIĆ, Aljo, ZAJC, Matej. Communication Characteristics of Faulted Overhead High Voltage Power. *Energies.* 2017, sprejeto v objavo.

4. FINKŠT, Tomaž, TASIČ, Jurij F., TERČELJ-ZORMAN, Marjeta, ZAJC, Matej. Autofluorescence bronchoscopy image processing in the selected colour spaces. *Stroj. vestn.*, sep. 2012, vol. 58, no. 9, str. 501-508.
5. ZAJC, Matej, SULJANOVIĆ, Nermin, MUJČIĆ, Aljo, TASIČ, Jurij F. Frequency characteristics measurement of overhead high-voltage power-line in low radio-frequency range. *IEEE trans. power deliv.* 2007, vol. 22, no. 4, str. 2142-2149.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Komunikacijska elektronika
Course title:	Communication Electronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64311

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Matej Zajc
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Analogni gradniki elektronskih komunikacijskih vezij, tehnologije izdelave analognih vezij: ojačevalniki, filtri, analogno/digitalna pretvorba signala. Gradniki digitalnih komunikacijskih vezij: namenski procesorji, programljive arhitekture, periferne enote, tehnologije izdelave digitalnih vezij. Gradniki komunikacijskih sistemov: zajem in obdelava signalov. Uporabniška elektronika in vgrajeni sistemi: optimizacija porabe moči, življenjska doba produkta, optimizacija podsklopov in stopnja integracije ter vpliv na lastnosti vezij in ceno produkta. Telekomunikacijski sistemi: arhitekture komunikacijskih sistemov, strojna in programska oprema. Multimedijski sistemi: arhitekture multimedijskih sistemov, strojna in programska oprema, realizacija algoritmov digitalne obdelave signalov.	Analog components of electronic communications circuits and manufacturing technologies: amplifiers, filters, analogue/digital signal conversion. Digital components of communications systems: application specific processors, programmable architectures, peripheral units and manufacturing technologies. Components of communication systems: signal acquisition and processing. Consumer electronics and embedded systems: optimized power consumption, product life cycle, sub-system optimization, level of integration and impact on features and costs. Communication systems: architecture of communications systems, hardware and software. Multimedia systems: multimedia systems' architecture, hardware and software, algorithm design and implementation.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. L. Frentzel, Principles of Electronic Communication Systems, 3. izdaja, 2007.
2. T. L. Floyd, Analog Fundamentals: a systems approach, Pearson, 2012
3. R. Tokheim, Digital electronics: principles and applications, 8th edition, McGraw-Hill, 2013.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj predmeta Komunikacijska elektronika je študentu podati znanje o zajemu, obdelavi in prenosu signalov z elektronskimi vezji. Predmet obravnava delovanja	The objective of the course Communication electronics is to deepen the understanding of circuits for signal acquisition, processing and transmission. The goal of the

analognih in digitalnih elektronskih vezij, ki se kot gradniki uporabljajo pri realizaciji v telekomunikacijskih in multimedijskih sistemih. Študent se seznani s stanjem na področju komunikacijskih vezij s poudarkom na tehnološki izvedljivosti, ekonomski upravičenosti in trendih.	course is to understand analog and digital electronic circuits and their application in communication and multimedia systems. Student learns state of the art in the field of modern communication electronics, technological and economic feasibility, and trends.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: Analizirati delovanje analognih in digitalnih elektronskih gradnikov ter njihovo vlogo v komunikacijskih in multimedijskih sistemih. Izračunati elektronska vezja z izbranimi analitičnimi metodami. Uporabiti simulacijska okolja za modeliranje analognih in digitalnih komunikacijskih vezij. Načrtovati gradnike analognih in digitalnih vezij za preoblikovanje signalov. Celovito razložiti proces zajema in obdelave signalov z elektronskimi vezji. Povezovati teoretična izhodišča z analizo delovanja izbranih komercialnih produktov. Ovrednotiti tehnološko zahtevnost izbranih primerov.	After successful completion of the course, students should be able to: Analyse operation of analog and digital electronic components and their role in telecommunication and multimedia systems. Calculate electronic circuits with selected analytical methods. Use of simulation tools for modelling of analog and digital communication circuits. Design of selected analog and digital signal transformation circuits. Comprehensively explain the process of signal acquisition and processing with electronic circuits. Connecting theoretical foundations with the analysis of selected commercial products. Assess the technological complexity of selected case studies.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom rešitev enostavnih praktičnih primerov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj. Študent na izbrano temo pripravi samostojni projekt, ki ga tudi predstavi.	The lectures provide a theoretical background on selected topics together with simple practical demonstrations. A complete study material is available online. Practical work is being performed in the laboratory environment. Individual projects are based on selected topics and presented by students.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, samostojni projekt, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in samostojni projekt pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, individual project, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises and individual project written exam oral examination
laboratorijske vaje in samostojni projekt	40,00 %	laboratory exercises and individual project
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	10,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KOLENC, Mitja, NEMČEK, Peter, GUTSCHI, Christoph, SULJANOVIĆ, Nermin, ZAJC, Matej. Performance evaluation of a virtual power plant communication system providing ancillary services. Electric power systems research, ISSN 0378-7796. 2017, 149, str. 46-54.
2. PLESNIK, Emil, MALGINA, Olga, TASIČ, Jurij F., ZAJC, Matej. Detection of the electrocardiogram fiducial points in the phase space using the euclidian distance measure. *Med. eng. phys.* May 2012, vol. 34, no. 4, str. 524-529.
3. SULJANOVIĆ, Nermin, MUJČIĆ, Aljo, ZAJC, Matej. Communication Characteristics of Faulted Overhead High Voltage Power. *Energies.* 2017, sprejeto v objavo.

4. FINKŠT, Tomaž, TASIČ, Jurij F., TERČELJ-ZORMAN, Marjeta, ZAJC, Matej. Autofluorescence bronchoscopy image processing in the selected colour spaces. *Stroj. vestn.*, sep. 2012, vol. 58, no. 9, str. 501-508.
5. ZAJC, Matej, SULJANOVIĆ, Nermin, MUJČIĆ, Aljo, TASIČ, Jurij F. Frequency characteristics measurement of overhead high-voltage power-line in low radio-frequency range. *IEEE trans. power deliv.* 2007, vol. 22, no. 4, str. 2142-2149.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Konstruiranje električnih strojev
Course title:	Design of Electrical Machines

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64310

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Damijan Miljavec

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Koncept elektromagnetnega konstruiranja električnih strojev in določanje njihovih osnovnih parametrov. Konstruiranje magnetnega kroga. Konstruiranje električnega kroga. Teorija in uporaba metode končnih elementov pri konstruiranju električnih strojev. Uporaba razvojnih programskih paketov pri konstruiranju električnih strojev. Izračuni parametrov nadomestnega vezja in izhodnih karakteristik asinhronskega stroja, sinhronskega stroja, električnega stroja s trajnimi magneti, reluktančnega stroja ter najnovejših tipov električnih strojev iz njihovih geometrijskih podatkov. Izračuni izgub v železu in bakru ter določanje izkoristka konstruiranih električnih strojev. Uvod v optimizacijske postopke pri konstruiranju električnih strojev.	The concept of the electromagnetic design of electrical machines and determination of their basic parameters. Design of electrical machine magnetic circuits and electric circuit. Theory and application of finite element methods in engineering design of electrical machines. Application of commercial software packages in the design of electric machines. Calculations of equivalent circuit parameters and output characteristics of the induction machine, synchronous machine, electric machine with permanent magnets, reluctance machine and the latest types of electrical machines from their geometric data. The calculations of iron and copper losses and determining the efficiency of designed electric machines. Introduction to optimization procedures in the design of electric machines.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Machines, ISBN-13: 978-1118581575 ISBN-10: 1118581571 Edition: 2nd December 31, 2013
2. Bianchi Nicola: Electrical machine analysis using finite elements, Boca Raton : Talor & Francis, cop. 2005.
3. Željeznov, Miljutin: Osnove teorije elektromagnetnega polja, Ljubljana, FE, 1981.
4. Anton R. Sinigoj: ELMG, Ljubljana, FE, 1996.
5. A Monti, F Ponci, M Riva: Electrical machine theory through finite element analysis, 2007.
6. J. R. Hendershot, T.J.E. Miller: Design of brushless permanent magnet motors, Clarendon press 1994.
7. Jereb Peter, Damijan Miljavec: Vezna teorija električnih strojev, Založba FE in FRI 2008
8. Drago Dolinar, Štumberger Gorazd: Modeliranje in vodenje elektromehanskih sistemov,FERI, Maribor, 2002
9. Drago Dolinar, Peter Jereb: Splošna teorija električnih strojev, FERI, Maribor,1995. Maribor,1995Zagradišnik Ivan, Slemnik Bojan: Električni rotacijski stroji, Maribor, 2001.

10. Damijan Miljavec, Peter Jereb: Električni stroji – temeljna znanja, Ljubljana, 2016.Juha Pyrhonen, Tapani Jokinen, Valeria Hrabovcova: Design of Rotating Electrical

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je pridobiti teoretična znanja potrebna za konstruiranje električnih strojev. Spoznati in uporabljati razvojne programske pakete pri konstruiranje električnih strojev. Usposobiti študenta za sintezo in analizo geometrijskih modelov električnih strojev ter z njihovo uporabo analizirati stacionarna in prehodna elektromagnetna ter elektromehanska stanja.	The aim of the course is to acquire theoretical knowledge required for the design of electrical machines. Getting to know and to use specialized software packages for the design of electrical machines. To prepare the students for the synthesis and analysis of geometric models of electric machines and their use to analyze stationary and transient electromagnetic and electromechanical states.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • opisati temeljne povezave elektromagnetnih količin v električnih strojih, • razumeti fenomene v železnem jedru, navitjih in v trajnih magnetih v električnih strojih, • izračunati fizikalne količine magnetnega, električnega in toplotnega polja v električnem stroju, • računati s sodobnimi računalniškimi orodij, ki temeljijo na metodi končnih elementov, za izračun magnetnih, elektrostatičnih in toplotnih polj, • ovrednotiti geometrijske dimenzijske povezave za pravilno delovanje električnih strojev, • konstruirati električne stroje s trajnimi magneti in asinhtonske stroje.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe the basic connections of electromagnetic quantities in electrical machines • understand the phenomena in the iron core, coils and permanent magnets in electrical machines, • calculate the physical quantities of the magnetic, electric and thermal fields in the electric machine, • calculate magnetic, electrostatic and thermal fields with modern computer tools based on the finite element method, • evaluate geometrical dimensional connections for the proper operation of electrical machines, • design electric machines with permanent magnets and asynchronous machines.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in laboratorijske vaje, projektno delo.	Lectures, laboratory exercises, demonstrations, work with computer tools, coursework and project work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, projekt Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: Projekt in njegova predstavitev		Type: project. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: Project and its presentation
Projekt in njegova predstavitev	100,00 %	Project and its presentation

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. VUKOTIĆ, Mario, MILJAVEC, Damijan. Design of a permanent-magnet flux-modulated machine with a high torque density and high power factor. IET electric power applications, ISSN 1751-8660, 2016, vol. 10, iss. 1, str. 36-44.
2. VIDMAR, Gregor, MILJAVEC, Damijan. A universal high-frequency three-phase electric-motor model suitable for the delta and star winding connections. IEEE transactions on power electronics, ISSN 0885-8993, Aug. 2015, vol. 30, no. 8, str. 4365-4376.
3. VIDMAR, Gregor, MILJAVEC, Damijan, AGREŽ, Dušan. Measurement and evaluation of EDM bearing currents by the normalized Joule integral. Measurement science & technology, ISSN 0957-0233, 2014, vol. 25, no. 7, str. 1-10.
4. GOTOVAC, Gorazd, LAMPIČ, Gorazd, MILJAVEC, Damijan. Analytical model of permeance variation losses in permanent magnets of the multipole synchronous machine. IEEE transactions on magnetics, ISSN 0018-9464, Feb. 2013, vol. 49, no. 2, str. 921-928.

5. JEREB, Peter, MILJAVEC, Damijan. Vezna teorija električnih strojev. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2009.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Konstruiranje elektronskih naprav
Course title:	Construction of Electronic Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64253E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Marko Jankovec

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni splošni/Elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v načrtovanje novih naprav, razvojni cikel izdelkov, faze razvoja trga. Strategije načrtovanja izdelka, časovni in finančni načrt. Električne, mehanske, termične in oblikovne zahteve izdelka. Ekonomski vidiki razvoja, gradnje, vzdrževanja in razgradnje elektronskih naprav. Zakonske omejitve elektronskih izdelkov. Sistem standardizacije, evropski harmonizirani standardi. CE znak. Svetovni regulatorji kvalitete in varnosti izdelkov. Varnostne in EMC direktive in standardi. Osnove EMC, načini sklapljanja motenj, bližnje in daljne elektromagnetno polje, sofazni in diferencialni signali, meritve EMC. Pasivne in aktivne elektronske komponente, integrirana vezja. Oblike komponent in oznake. Napajalni viri. Standardne napajalne napetosti in logični nivoji. Usmerniki, stabilizatorji in reference. Baterije in akumulatorji. Električne povezave, priključki, kabli, tipi in oznake. Osnove zanesljivosti elektronskih naprav in sistemov, vplivi okolja, analiza obremenitve elementov, podatkovne baze. Tehnologije tiskanih vezij, materiali, izvedbe in proizvodnja. Načrtovanje tiskanih vezij, orodja in pristopi. Strategije postavitve in povezovanja komponent. Tehnike načrtovanja za EMC, izločanje in filtriranje motenj. Blokiranje napajanja. Povezovanje mas in napajanja. Izločanje motenj na signalnih in napajalnih linijah in priključkih. Masne površine. Večslojna tiskana vezja.	Introduction into design of new products, product development cycle, market development phases. Design strategies, time and financial plan. Electrical, mechanical, thermal and design requirements. Economic aspects of development, construction, maintenance and disposal of electronic devices. Legal restrictions of electronic products. Standardization system, European harmonized standards. The CE marking. Worldwide product quality and safety regulators. Safety and EMC directives and standards. EMC basics, noise coupling paths, near and far electromagnetic field, common and differential mode signals, measurements of the EMC. Passive and active electronic components, integrated circuits. Footprints and markings. Power supply sources. The standard supply voltage and logic levels. Rectifiers, stabilizers and references. Batteries and accumulators. Electrical connections, connectors, cables, types and markings. Basics of reliability of electronic devices and systems, environmental influences, part stress analysis, reliability databases. Printed circuit board technologies, materials, types and manufacturing. PCB design, tools and approaches. PCB layout and routing strategies. PCB design techniques for EMC, noise filtering and decoupling. Power supply decoupling. Ground routing and power distribution.

Tehnike in komponente za zaščito pred elektrostatičnimi izpraznitvami in prenapetostjo. Integriteta signalov. Prenosne linije in zaključitve. Presluh med linijami. Priprava načrta in datotek za serijsko proizvodnjo tiskanega vezja in strojnega polaganja z upoštevanjem omejitev tehnologij. Ohišja naprav. Standardi, oblike, združljivost ohišij. Upravljanje s toploto. Hladilna telesa in materiali. Tehnologije in postopki za oblikovanje ohišij. Oklopi in ozemljitve naprav in kablov.	Noise suppression on power and signal lines and connectors. Ground planes. Multilayer PCBs. Electrostatic discharge and surge protection techniques and devices. Signal integrity. Transmission lines and impedance matching. Signal crosstalk. PCB design and output files for mass production and pick&place considering technology limitations. Device housing. Standards, formats, compatible housings. Thermal management. Heat sinks and materials. Techniques and procedures for the housing design. Shielding and grounding of devices and cables.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Jankovec M., Konstruiranje elektronskih naprav, slikovno gradivo in zapiski predavanj, Ljubljana, 2016.
2. Henry W. Ott, Electromagnetic Compatibility Engineering, Wiley-Interscience, ISBN 978-0-470-18930-6, New York, 2009.
3. Howard W. Johnson, Martin Graham, High-Speed Digital Design, A Handbook of Black Magic, Prentice Hall PTR, New Jersey
4. Lee. W. Ritchey, Right the first time, Speeding edge, ISBN-0-9741936-0-7, 2003
5. Mark I. Montrose, Printed Circuit Board Design Techniques for EMC Compliance, Wiley-Interscience IEEE, ISBN 0-7803-5376-5, New York, 2000.
6. Mark I. Montrose, EMC and the Printed Circuit Board – Design, Theory and -Layout Made Simple, Wiley-Interscience IEEE, ISBN 0-7803-4703-N, New York, 199
7. Tim Williams, EMC for Product Designers, Third edition, ISBN 0 7506 4930 5, 2001.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študentje naj bi pridobili teoretična in praktična znanja, ki so potrebna za načrtovanje elektronskih naprav v skladu z veljavnimi predpisi in standardi.	Students should acquire skills and theoretical knowledge to design electronic devices in accordance with applicable regulations and standards.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Ob uspešno zaključenih študijskih obveznosti pri tem predmetu naj bi študentje bili sposobni: • izbrati veljavne standarde, ki jim mora naprava ustrezati glede na veljavno zakonodajo in tip naprave, • izbrati najustreznejše materiale in tehnologijo izdelave in opremljanja tiskanega vezja, • načrtati tiskano vezje glede na dano shemo z upoštevanjem dobre inženirske prakse za doseganje združljivosti vezja z veljavnimi standardi in proizvodnimi tehnologijami, • uporabljati računalniške programe za simulacijo in načrtovanje električne sheme in tiskanega vezja, • izbirati materiale, topologijo, komponente in izračunati njihove vrednosti za namen filtriranja in dušenja motenj, • izbrati in uporabiti najprimernejšo topologijo in zaključitve električnih povezav glede na tip signala, • identificirati najverjetnejši izvor težav v zvezi z elektromagnetno združljivostjo v vezju in ga z ustreznimi ukrepi zmanjšati.	On successful completion of this module, students should be able to: • choose the applicable standards to which the device must comply according to the currently valid legislation and the type of the device, • select appropriate materials and technology for the manufacturing and assembly of printed circuit boards, • design a printed circuit board according to the given scheme with respect to good engineering practice to achieve compatibility with the applicable standards and to the production technologies, • use computer programs for the simulation and design of electrical schemes and printed circuit boards, • select materials, topology, components and calculate their values for the purpose of noise filtering and suppression, • select the best topology and the termination of the electrical connections according to the type of signal, • identify the most likely source of problems related to electromagnetic compatibility in the circuit and suppress it with the most appropriate means.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, laboratorijske vaje, projektno delo.	Lectures, laboratory exercises, project work.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: domače naloge, praktični projekt, pisni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Za pristop k pisnemu izpitu je potrebno uspešno opraviti vse laboratorijske vaje predmeta. Praktični projekt se lahko izvede na dva načina: - v obliki samostojno projektne naloge, ki jo kandidat izdela najkasneje do konca tekočega semestra - v obliki praktičnega reševanja danega problema v omejenem času Za končno pozitivno oceno morata biti obe delni oceni pozitivni. Prispevki k oceni: - domače naloge - praktični projekt pisni izpit		Type: homework, practical project, written exam. Negative grades is 5, positive grades: from 6 to 10. A prerequisite for the exam is a positive evaluation of all laboratory exercises. Practical project can be done in two ways: - In the form of an individual project work, which the candidate completes by the end of the current semester - In the form of solving a given practical problem in a limited time A prerequisite for a positive final grade are both positive partial grades. Contributions to assess: - homework - practical project - written exam
Domače naloge	20,00 %	Homework
Praktični projekt	50,00 %	Practical project
Pisni izpit	30,00 %	Written exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MATIČ, Gašper, JANKOVEC, Marko, JURMAN, David, TOPIČ, Marko. Feasibility study of attitude determination for all-rotating unmanned aerial vehicles in steady flight. Journal of intelligent & robotic systems, ISSN 0921-0296, 2015, vol. , no. , str. 1-20.
2. JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. Intercomparison of temperature sensors for outdoor monitoring of photovoltaic modules. Journal of solar energy engineering, ISSN 0199-6231, Aug. 2013, vol. 135, no. 3, str. 1-7.
3. HERMAN, Matic, JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. Optimisation of the I-V measurement scan time through dynamic modelling of solar cells. IET renewable power generation, ISSN 1752-1416. [Print ed.], 2013, vol. 7, no. 1, str. 63-70.
4. ANDREJAŠIČ, Tine, JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. Comparison of direct maximum power point tracking algorithms using EN 50530 dynamic test procedure. IET renewable power generation, ISSN 1752-1416. [Print ed.], 2011, vol. 5, no. 4, str. 281-286.
5. KURNIK, Jurij, JANKOVEC, Marko, BRECL, Kristijan, TOPIČ, Marko. Outdoor testing of PV module temperature and performance under different mounting and operational conditions. Solar energy materials and solar cells, ISSN 0927-0248. [Print ed.], Jan. 2011, vol. 95, no. 1, str. 373-376.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Konstruiranje elektronskih naprav
Course title:	Construction of Electronic Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64253

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Marko Jankovec
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni splošni/Elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v načrtovanje novih naprav, razvojni cikel izdelkov, faze razvoja trga. Strategije načrtovanja izdelka, časovni in finančni načrt. Električne, mehanske, termične in oblikovne zahteve izdelka. Ekonomski vidiki razvoja, gradnje, vzdrževanja in razgradnje elektronskih naprav. Zakonske omejitve elektronskih izdelkov. Sistem standardizacije, evropski harmonizirani standardi. CE znak. Svetovni regulatorji kvalitete in varnosti izdelkov. Varnostne in EMC direktive in standardi. Osnove EMC, načini sklapljanja motenj, bližnje in daljne elektromagnetno polje, sofazni in diferencialni signali, meritve EMC. Pasivne in aktivne elektronske komponente, integrirana vezja. Oblike komponent in oznake. Napajalni viri. Standardne napajalne napetosti in logični nivoji. Usmerniki, stabilizatorji in reference. Baterije in akumulatorji. Električne povezave, priključki, kabli, tipi in oznake. Osnove zanesljivosti elektronskih naprav in sistemov, vplivi okolja, analiza obremenitve elementov, podatkovne baze. Tehnologije tiskanih vezij, materiali, izvedbe in proizvodnja. Načrtovanje tiskanih vezij, orodja in pristopi. Strategije postavitve in povezovanja komponent. Tehnike načrtovanja za EMC, izločanje in filtriranje motenj. Blokiranje napajanja. Povezovanje mas in napajanja. Izločanje motenj na signalnih in napajalnih linijah in priključkih. Masne površine. Večslojna tiskana vezja.	Introduction into design of new products, product development cycle, market development phases. Design strategies, time and financial plan. Electrical, mechanical, thermal and design requirements. Economic aspects of development, construction, maintenance and disposal of electronic devices. Legal restrictions of electronic products. Standardization system, European harmonized standards. The CE marking. Worldwide product quality and safety regulators. Safety and EMC directives and standards. EMC basics, noise coupling paths, near and far electromagnetic field, common and differential mode signals, measurements of the EMC. Passive and active electronic components, integrated circuits. Footprints and markings. Power supply sources. The standard supply voltage and logic levels. Rectifiers, stabilizers and references. Batteries and accumulators. Electrical connections, connectors, cables, types and markings. Basics of reliability of electronic devices and systems, environmental influences, part stress analysis, reliability databases. Printed circuit board technologies, materials, types and manufacturing. PCB design, tools and approaches. PCB layout and routing strategies. PCB design techniques for EMC, noise filtering and decoupling. Power supply decoupling. Ground routing and power distribution.

Tehnike in komponente za zaščito pred elektrostatičnimi izpraznitvami in prenapetostjo. Integriteta signalov. Prenosne linije in zaključitve. Presluh med linijami. Priprava načrta in datotek za serijsko proizvodnjo tiskanega vezja in strojnega polaganja z upoštevanjem omejitev tehnologij. Ohišja naprav. Standardi, oblike, združljivost ohišij. Upravljanje s toploto. Hladilna telesa in materiali. Tehnologije in postopki za oblikovanje ohišij. Oklopi in ozemljitve naprav in kablov.	Noise suppression on power and signal lines and connectors. Ground planes. Multilayer PCBs. Electrostatic discharge and surge protection techniques and devices. Signal integrity. Transmission lines and impedance matching. Signal crosstalk. PCB design and output files for mass production and pick&place considering technology limitations. Device housing. Standards, formats, compatible housings. Thermal management. Heat sinks and materials. Techniques and procedures for the housing design. Shielding and grounding of devices and cables.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Jankovec M., Konstruiranje elektronskih naprav, slikovno gradivo in zapiski predavanj, Ljubljana, 2016.
2. Henry W. Ott, Electromagnetic Compatibility Engineering, Wiley-Interscience, ISBN 978-0-470-18930-6, New York, 2009.
3. Howard W. Johnson, Martin Graham, High-Speed Digital Design, A Handbook of Black Magic, Prentice Hall PTR, New Jersey
4. Lee. W. Ritchey, Right the first time, Speeding edge, ISBN-0-9741936-0-7, 2003
5. Mark I. Montrose, Printed Circuit Board Design Techniques for EMC Compliance, Wiley-Interscience IEEE, ISBN 0-7803-5376-5, New York, 2000.
6. Mark I. Montrose, EMC and the Printed Circuit Board – Design, Theory and -Layout Made Simple, Wiley-Interscience IEEE, ISBN 0-7803-4703-N, New York, 199
7. Tim Williams, EMC for Product Designers, Third edition, ISBN 0 7506 4930 5, 2001.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študentje naj bi pridobili teoretična in praktična znanja, ki so potrebna za načrtovanje elektronskih naprav v skladu z veljavnimi predpisi in standardi.	Students should acquire skills and theoretical knowledge to design electronic devices in accordance with applicable regulations and standards.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Ob uspešno zaključenih študijskih obveznosti pri tem predmetu naj bi študentje bili sposobni: • izbrati veljavne standarde, ki jim mora naprava ustrezati glede na veljavno zakonodajo in tip naprave, • izbrati najustreznejše materiale in tehnologijo izdelave in opremljanja tiskanega vezja, • načrtati tiskano vezje glede na dano shemo z upoštevanjem dobre inženirske prakse za doseganje združljivosti vezja z veljavnimi standardi in proizvodnimi tehnologijami, • uporabljati računalniške programe za simulacijo in načrtovanje električne sheme in tiskanega vezja, • izbirati materiale, topologijo, komponente in izračunati njihove vrednosti za namen filtriranja in dušenja motenj, • izbrati in uporabiti najprimernejšo topologijo in zaključitve električnih povezav glede na tip signala, • identificirati najverjetnejši izvor težav v zvezi z elektromagnetno združljivostjo v vezju in ga z ustreznimi ukrepi zmanjšati.	On successful completion of this module, students should be able to: • choose the applicable standards to which the device must comply according to the currently valid legislation and the type of the device, • select appropriate materials and technology for the manufacturing and assembly of printed circuit boards, • design a printed circuit board according to the given scheme with respect to good engineering practice to achieve compatibility with the applicable standards and to the production technologies, • use computer programs for the simulation and design of electrical schemes and printed circuit boards, • select materials, topology, components and calculate their values for the purpose of noise filtering and suppression, • select the best topology and the termination of the electrical connections according to the type of signal, • identify the most likely source of problems related to electromagnetic compatibility in the circuit and suppress it with the most appropriate means.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, laboratorijske vaje, projektno delo.	Lectures, laboratory exercises, project work.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: domače naloge, praktični projekt, pisni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Za pristop k pisnemu izpitu je potrebno uspešno opraviti vse laboratorijske vaje predmeta. Praktični projekt se lahko izvede na dva načina: - v obliki samostojno projektne naloge, ki jo kandidat izdela najkasneje do konca tekočega semestra - v obliki praktičnega reševanja danega problema v omejenem času Za končno pozitivno oceno morata biti obe delni oceni pozitivni. Prispevki k oceni: - domače naloge - praktični projekt pisni izpit		Type: homework, practical project, written exam. Negative grades is 5, positive grades: from 6 to 10. A prerequisite for the exam is a positive evaluation of all laboratory exercises. Practical project can be done in two ways: - In the form of an individual project work, which the candidate completes by the end of the current semester - In the form of solving a given practical problem in a limited time A prerequisite for a positive final grade are both positive partial grades. Contributions to assess: - homework - practical project - written exam
Domače naloge	20,00 %	Homework
Praktični projekt	50,00 %	Practical project
Pisni izpit	30,00 %	Written exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MATIČ, Gašper, JANKOVEC, Marko, JURMAN, David, TOPIČ, Marko. Feasibility study of attitude determination for all-rotating unmanned aerial vehicles in steady flight. Journal of intelligent & robotic systems, ISSN 0921-0296, 2015, vol. , no. , str. 1-20.
2. JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. Intercomparison of temperature sensors for outdoor monitoring of photovoltaic modules. Journal of solar energy engineering, ISSN 0199-6231, Aug. 2013, vol. 135, no. 3, str. 1-7.
3. HERMAN, Matic, JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. Optimisation of the I-V measurement scan time through dynamic modelling of solar cells. IET renewable power generation, ISSN 1752-1416. [Print ed.], 2013, vol. 7, no. 1, str. 63-70.
4. ANDREJAŠIČ, Tine, JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. Comparison of direct maximum power point tracking algorithms using EN 50530 dynamic test procedure. IET renewable power generation, ISSN 1752-1416. [Print ed.], 2011, vol. 5, no. 4, str. 281-286.
5. KURNIK, Jurij, JANKOVEC, Marko, BRECL, Kristijan, TOPIČ, Marko. Outdoor testing of PV module temperature and performance under different mounting and operational conditions. Solar energy materials and solar cells, ISSN 0927-0248. [Print ed.], Jan. 2011, vol. 95, no. 1, str. 373-376.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Konvencionalni viri električne energije
Course title:	Conventional Energy Sources

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64216

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Marko Čepin
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Hidroelektrarne Osnove hidrodinamike, strujanje v cevovodih in kanalih, osnove turbinskih strojev, konstrukcijske in obratovalne značilnosti turbin, turbinska regulacija, jezovi in pregrade, hidravlične sheme hidroelektrarn, razdelitev hidroelektrarn glede na akumulacijo, padec in pretok ter način upravljanja. Termoelektrarne Osnove termodinamike, procesi zgorevanja in parni kotli, izkoristki tehnoloških procesov, značilnosti parnih in plinskih turbin, problematika izpustov in njihov vpliv na okolje, čistilne naprave za zmanjšanje emisij izpustov iz termoelektrarn. Jedrske elektrarne Osnove jedrskih reakcij, povezava mase in energije, pomembne značilnosti najpogostejših tipov jedrskih reaktorjev, obratovanje jedrskih reaktorjev, sistemi jedrskih elektrarn, naravno sevanje in zaščita pred sevanjem, jedrski odpadki, njihovo shranjevanje in njihov vpliv na okolje, varnost jedrskih elektrarn, metode za ocenjevanje tveganja.	Hydroelectric power plants Basics of hydrodynamics, water flow in pipes and channels, basics of turbo machines, design and operating characteristics of turbines, turbine control, dams and barriers, hydraulic hydroelectric schemes, types of hydroelectric power plants regarding accumulation, water heights and flow, and mode of operation. Thermal power stations Basics of thermodynamics, combustion processes and steam boilers, process efficiency, characteristics of steam and gas turbines, problems of emissions and impact to the environment, systems to reduce emissions of thermal power plants. Nuclear power plants Fundamentals of nuclear reactions, relation between mass and energy, characteristics of the most common types of nuclear reactors, operation of reactors, nuclear power plant systems, natural radiation and radiation protection, radioactive waste, their effects to the environment and disposal, nuclear power plants safety, risk assessment methods.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. Orel: Energetski pretvorniki I, Založba FER, Ljubljana 1992
2. B. Orel: Energetski pretvorniki II, Založba FER, Ljubljana 1993
3. R. K. Rajput, Power Plant Engineering, Laxmi Publications, Fourth edition, 2008

4. G. Kessler, Sustainable and Safe Nuclear Fission Energy, Springer 2012

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študent bo poznal osnovne mehanizme pretvorbe primarnih energetskih virov v električno energijo s klasičnimi tehnologijami. Znal bo oceniti energetske potenciale primarnih virov energije v smislu proizvodnje električne energije. Poznal bo osnovno zgradbo in funkcijo posameznih komponent konvencionalnih postrojenj za pretvorbo v električno energijo. Seznanil se bo s problematiko in dilemami umeščanja konvencionalnih energetskih objektov v prostor. Spoznal bo teoretične matematične modele procesov povezanih s pretvorbo električne energije v elektrarnah in njihove teoretične izpeljave ter poenostavitve.	Student will learn basic mechanisms of primary energy conversion to electric energy with classic technologies. Student will be capable to assess energy potentials regarding their conversion technologies into electric energy. Student will learn structure and functions of components and their interactions within conventional power plants. The problems and possible solutions regarding the spatial planning related with electric power systems will be communicated. Student will learn theoretical mathematical models of the processes of converting the energy in power plants and the related simplifications of complex expressions where appropriate.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Študenti bo zmožen: - izračunati pretvorbe primarnih energetskih virov v električno energijo v klasičnih elektrarnah, - izpeljati osnovne enačbe, ki popisujejo fizikalne procese, ki se odvijajo v elektrarnah, - skicirati sheme procesov in glavne komponente tovrstnih objektov, - oceniti osnovne parametre učinkovitosti energetskih pretvorb, - interpretirati osnovne obratovalne značilnosti klasičnih virov električne energije, - reševati kompleksne probleme na področju pretvarjanja električne energije v hidroelektrarnah, v termoelektrarnah in v jedrskih elektrarnah.	Student will be capable to: - calculate conversion of primary energy into electric energy in classical power plants, - derive the basic equations, which represent the physical processes in power plants, - sketch the plant operation processes and their main components, - assess efficiency of processes related to energy conversion, - interpret the operating parameters of classical sources of energy, - solve the complex technical problems in the field of conversion to electric power in hydroelectric power plants, thermal power plants and nuclear power plants.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja in laboratorijske vaje.	Lectures and exercises.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje izpit		Type: laboratory exercises, exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises exam
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
izpit	50,00 %	exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BRICMAN REJC, Živa, ČEPIN, Marko. Izboljšana metoda za oceno zanesljivosti proizvodnje v elektroenergetskem sistemu. Elektrotehniški vestnik, 2013, letn. 80, št. 1/2, str. 57-63.
2. ČEPIN, Marko, VOLKANOVSKI, Andrija. Nova faktorja pomembnosti v elektroenergetskih sistemih. Elektrotehniški vestnik, 2009, letn. 76, št. 4, str. 177-181.
3. BRICMAN REJC, Živa, ČEPIN, Marko. Estimating the additional operating reserve in power systems with installed renewable energy sources. International journal of electrical power & energy systems, Nov. 2014, vol. 62, str. 654-664.
4. GJORGIEV, Blaže, ČEPIN, Marko, VOLKANOVSKI, Andrija, KANČEV, Duško. Generation scheduling analyses of the Slovenian power system in future. Elektrotehniški vestnik, 2014, letn. 81, št. 1/2, str. 20-26.

5. 5. KANČEV, Duško, GJORGIEV, Blaže, VOLKANOVSKI, Andrija, ČEPIN, Marko. Time-dependent unavailability of equipment in an ageing NPP : sensitivity study of a developed model. *Reliability engineering & systems safety*, 2016, vol. 148, str. 11-20.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Konvencionalni viri električne energije
Course title:	Conventional Energy Sources

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64216

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Marko Čepin

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Hidroelektrarne Osnove hidrodinamike, strujanje v cevovodih in kanalih, osnove turbinskih strojev, konstrukcijske in obratovalne značilnosti turbin, turbinska regulacija, jezovi in pregrade, hidravlične sheme hidroelektrarn, razdelitev hidroelektrarn glede na akumulacijo, padec in pretok ter način upravljanja. Termoelektrarne Osnove termodinamike, procesi zgorevanja in parni kotli, izkoristki tehnoloških procesov, značilnosti parnih in plinskih turbin, problematika izpustov in njihov vpliv na okolje, čistilne naprave za zmanjšanje emisij izpustov iz termoelektrarn. Jedrske elektrarne Osnove jedrskih reakcij, povezava mase in energije, pomembne značilnosti najpogostejših tipov jedrskih reaktorjev, obratovanje jedrskih reaktorjev, sistemi jedrskih elektrarn, naravno sevanje in zaščita pred sevanjem, jedrski odpadki, njihovo shranjevanje in njihov vpliv na okolje, varnost jedrskih elektrarn, metode za ocenjevanje tveganja.	Hydroelectric power plants Basics of hydrodynamics, water flow in pipes and channels, basics of turbo machines, design and operating characteristics of turbines, turbine control, dams and barriers, hydraulic hydroelectric schemes, types of hydroelectric power plants regarding accumulation, water heights and flow, and mode of operation. Thermal power stations Basics of thermodynamics, combustion processes and steam boilers, process efficiency, characteristics of steam and gas turbines, problems of emissions and impact to the environment, systems to reduce emissions of thermal power plants. Nuclear power plants Fundamentals of nuclear reactions, relation between mass and energy, characteristics of the most common types of nuclear reactors, operation of reactors, nuclear power plant systems, natural radiation and radiation protection, radioactive waste, their effects to the environment and disposal, nuclear power plants safety, risk assessment methods.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. Orel: Energetski pretvorniki I, Založba FER, Ljubljana 1992
2. B. Orel: Energetski pretvorniki II, Založba FER, Ljubljana 1993
3. R. K. Rajput, Power Plant Engineering, Laxmi Publications, Fourth edition, 2008

4. G. Kessler, Sustainable and Safe Nuclear Fission Energy, Springer 2012	

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent bo poznal osnovne mehanizme pretvorbe primarnih energetskih virov v električno energijo s klasičnimi tehnologijami. Znal bo oceniti energetske potenciale primarnih virov energije v smislu proizvodnje električne energije. Poznal bo osnovno zgradbo in funkcijo posameznih komponent konvencionalnih postrojenj za pretvorbo v električno energijo. Seznanil se bo s problematiko in dilemami umeščanja konvencionalnih energetskih objektov v prostor. Spoznal bo teoretične matematične modele procesov povezanih s pretvorbo električne energije v elektrarnah in njihove teoretične izpeljave ter poenostavitve.	Student will learn basic mechanisms of primary energy conversion to electric energy with classic technologies. Student will be capable to assess energy potentials regarding their conversion technologies into electric energy. Student will learn structure and functions of components and their interactions within conventional power plants. The problems and possible solutions regarding the spatial planning related with electric power systems will be communicated. Student will learn theoretical mathematical models of the processes of converting the energy in power plants and the related simplifications of complex expressions where appropriate.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Študenti bo zmožen: - izračunati pretvorbe primarnih energetskih virov v električno energijo v klasičnih elektrarnah, - izpeljati osnovne enačbe, ki popisujejo fizikalne procese, ki se odvijajo v elektrarnah, - skicirati sheme procesov in glavne komponente tovrstnih objektov, - oceniti osnovne parametre učinkovitosti energetskih pretvorb, - interpretirati osnovne obratovalne značilnosti klasičnih virov električne energije, - reševati kompleksne probleme na področju pretvarjanja električne energije v hidroelektrarnah, v termoelektrarnah in v jedrskih elektrarnah.	Student will be capable to: - calculate conversion of primary energy into electric energy in classical power plants, - derive the basic equations, which represent the physical processes in power plants, - sketch the plant operation processes and their main components, - assess efficiency of processes related to energy conversion, - interpret the operating parameters of classical sources of energy, - solve the complex technical problems in the field of conversion to electric power in hydroelectric power plants, thermal power plants and nuclear power plants.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in laboratorijske vaje.	Lectures and exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje izpit		Type: laboratory exercises, exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises exam
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
izpit	50,00 %	exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BRICMAN REJC, Živa, ČEPIN, Marko. Izboljšana metoda za oceno zanesljivosti proizvodnje v elektroenergetskem sistemu. Elektrotehniški vestnik, 2013, letn. 80, št. 1/2, str. 57-63.
2. ČEPIN, Marko, VOLKANOVSKI, Andrija. Nova faktorja pomembnosti v elektroenergetskih sistemih. Elektrotehniški vestnik, 2009, letn. 76, št. 4, str. 177-181.
3. BRICMAN REJC, Živa, ČEPIN, Marko. Estimating the additional operating reserve in power systems with installed renewable energy sources. International journal of electrical power & energy systems, Nov. 2014, vol. 62, str. 654-664.
4. GJORGIEV, Blaže, ČEPIN, Marko, VOLKANOVSKI, Andrija, KANČEV, Duško. Generation scheduling analyses of the Slovenian power system in future. Elektrotehniški vestnik, 2014, letn. 81, št. 1/2, str. 20-26.

5. 5. KANČEV, Duško, GJORGIEV, Blaže, VOLKANOVSKI, Andrija, ČEPIN, Marko. Time-dependent unavailability of equipment in an ageing NPP : sensitivity study of a developed model. *Reliability engineering & systems safety*, 2016, vol. 148, str. 11-20.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Konvencionalni viri električne energije
Course title:	Conventional Energy Sources

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64216E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Marko Čepin

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Hidroelektrarne Osnove hidrodinamike, strujanje v cevovodih in kanalih, osnove turbinskih strojev, konstrukcijske in obratovalne značilnosti turbin, turbinska regulacija, jezovi in pregrade, hidravlične sheme hidroelektrarn, razdelitev hidroelektrarn glede na akumulacijo, padec in pretok ter način upravljanja. Termoelektrarne Osnove termodinamike, procesi zgorevanja in parni kotli, izkoristki tehnoloških procesov, značilnosti parnih in plinskih turbin, problematika izpustov in njihov vpliv na okolje, čistilne naprave za zmanjšanje emisij izpustov iz termoelektrarn. Jedrske elektrarne Osnove jedrskih reakcij, povezava mase in energije, pomembne značilnosti najpogostejših tipov jedrskih reaktorjev, obratovanje jedrskih reaktorjev, sistemi jedrskih elektrarn, naravno sevanje in zaščita pred sevanjem, jedrski odpadki, njihovo shranjevanje in njihov vpliv na okolje, varnost jedrskih elektrarn, metode za ocenjevanje tveganja.	Hydroelectric power plants Basics of hydrodynamics, water flow in pipes and channels, basics of turbo machines, design and operating characteristics of turbines, turbine control, dams and barriers, hydraulic hydroelectric schemes, types of hydroelectric power plants regarding accumulation, water heights and flow, and mode of operation. Thermal power stations Basics of thermodynamics, combustion processes and steam boilers, process efficiency, characteristics of steam and gas turbines, problems of emissions and impact to the environment, systems to reduce emissions of thermal power plants. Nuclear power plants Fundamentals of nuclear reactions, relation between mass and energy, characteristics of the most common types of nuclear reactors, operation of reactors, nuclear power plant systems, natural radiation and radiation protection, radioactive waste, their effects to the environment and disposal, nuclear power plants safety, risk assessment methods.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. Orel: Energetski pretvorniki I, Založba FER, Ljubljana 1992
2. B. Orel: Energetski pretvorniki II, Založba FER, Ljubljana 1993
3. R. K. Rajput, Power Plant Engineering, Laxmi Publications, Fourth edition, 2008

4. G. Kessler, Sustainable and Safe Nuclear Fission Energy, Springer 2012

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študent bo poznal osnovne mehanizme pretvorbe primarnih energetskih virov v električno energijo s klasičnimi tehnologijami. Znal bo oceniti energetske potenciale primarnih virov energije v smislu proizvodnje električne energije. Poznal bo osnovno zgradbo in funkcijo posameznih komponent konvencionalnih postrojenj za pretvorbo v električno energijo. Seznanil se bo s problematiko in dilemami umeščanja konvencionalnih energetskih objektov v prostor. Spoznal bo teoretične matematične modele procesov povezanih s pretvorbo električne energije v elektrarnah in njihove teoretične izpeljave ter poenostavitve.	Student will learn basic mechanisms of primary energy conversion to electric energy with classic technologies. Student will be capable to assess energy potentials regarding their conversion technologies into electric energy. Student will learn structure and functions of components and their interactions within conventional power plants. The problems and possible solutions regarding the spatial planning related with electric power systems will be communicated. Student will learn theoretical mathematical models of the processes of converting the energy in power plants and the related simplifications of complex expressions where appropriate.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Študenti bo zmožen: - izračunati pretvorbe primarnih energetskih virov v električno energijo v klasičnih elektrarnah, - izpeljati osnovne enačbe, ki popisujejo fizikalne procese, ki se odvijajo v elektrarnah, - skicirati sheme procesov in glavne komponente tovrstnih objektov, - oceniti osnovne parametre učinkovitosti energetskih pretvorb, - interpretirati osnovne obratovalne značilnosti klasičnih virov električne energije, - reševati kompleksne probleme na področju pretvarjanja električne energije v hidroelektrarnah, v termoelektrarnah in v jedrskih elektrarnah.	Student will be capable to: - calculate conversion of primary energy into electric energy in classical power plants, - derive the basic equations, which represent the physical processes in power plants, - sketch the plant operation processes and their main components, - assess efficiency of processes related to energy conversion, - interpret the operating parameters of classical sources of energy, - solve the complex technical problems in the field of conversion to electric power in hydroelectric power plants, thermal power plants and nuclear power plants.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja in laboratorijske vaje.	Lectures and exercises.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje izpit		Type: laboratory exercises, exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises exam
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
izpit	50,00 %	exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BRICMAN REJC, Živa, ČEPIN, Marko. Izboljšana metoda za oceno zanesljivosti proizvodnje v elektroenergetskem sistemu. Elektrotehniški vestnik, 2013, letn. 80, št. 1/2, str. 57-63.
2. ČEPIN, Marko, VOLKANOVSKI, Andrija. Nova faktorja pomembnosti v elektroenergetskih sistemih. Elektrotehniški vestnik, 2009, letn. 76, št. 4, str. 177-181.
3. BRICMAN REJC, Živa, ČEPIN, Marko. Estimating the additional operating reserve in power systems with installed renewable energy sources. International journal of electrical power & energy systems, Nov. 2014, vol. 62, str. 654-664.
4. GJORGIEV, Blaže, ČEPIN, Marko, VOLKANOVSKI, Andrija, KANČEV, Duško. Generation scheduling analyses of the Slovenian power system in future. Elektrotehniški vestnik, 2014, letn. 81, št. 1/2, str. 20-26.

5. 5. KANČEV, Duško, GJORGIEV, Blaže, VOLKANOVSKI, Andrija, ČEPIN, Marko. Time-dependent unavailability of equipment in an ageing NPP : sensitivity study of a developed model. *Reliability engineering & systems safety*, 2016, vol. 148, str. 11-20.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Magistrsko delo
Course title:	Master's thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64313

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

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – strokovni/compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljene vse ostale obveznosti iz študijskega programa (90 ECTS). Pred prijavo teme se mora študent udeležiti in opraviti organizirane delavnice v okviru kariernega centra UL FE.	Completed all other obligations under the study program (90 ECTS). Before registering the topic, the student must attend and conduct organized workshops within the framework of the UL FE Career Center.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
V magistrskem delu študent samostojno obdela strokovni problem, pri katerem izkaže svojo ustvarjalno sposobnost za razvojno in raziskovalno delo, predvsem pa zmožnost, da pridobljeno znanje uspešno in celovito uporabi pri izdelavi svojega dela. Magistrsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.	In the master's thesis, the student independently deals with an expert issue, showing his/her creative ability for research and development work and above all his/her ability to successfully and comprehensively apply the knowledge gained. Several students can work together to produce a single master's thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študent v magistrskem delu, ki ga izdela pod vodstvom izbranega mentorja z UL Fakultete za elektrotehniko, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike in širše.	The master's thesis prepared by the student under the mentorship of a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL is proof that the student is capable of independently resolving problems in the field of electrical engineering and beyond.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Znanje in razumevanje: Sposobnost opredelitve razvojno-raziskovalnega problema s področja elektrotehnike za naročnika (iz gospodarstva ali druge	**Knowledge and understanding:** The ability to define research-development problem in the field of electrical engineering for the client (from the economy and other

sfere) in analiza različnih možnih poti za njegovo reševanje. **Uporaba**: Študent bo znanja in spretnosti, pridobljena med študijem, znal učinkovito uporabiti pri reševanju zahtevnih razvojno-raziskovalnih problemov s področja elektrotehnike in tudi širše. **Refleksija:** Z magistrskim delom mora študent dokazati sposobnost iskanja novih rešitev in njihove kritične presoje. Pri tem zna izbrati in učinkovito uporabiti ustrezno literaturo ali druge vire ter izkazuje usposobljenost za razvojno-raziskovalno delo. **Prenosljive spretnosti:** Sposobnost vodenja zahtevnih razvojno-raziskovalnih projektov ter pisnega in ustnega komuniciranja na visoki strokovni ravni.	spheres) and analysis of the different possible ways to address it. **Application:** Students will be able to effectively use knowledge and skills acquired during their studies and complex research and development problems in the field of electrical engineering and beyond. **Reflection:** In the thesis the students must demonstrate the ability to find new solutions and their critical judgment. In doing so, they are able to select and effectively use appropriate literature or other sources, and demonstrates the capacity for research and development work. **Transferable skills:** The ability to manage complex research and development projects as well as written and oral communication at a high professional level.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
individualno delo in posvetovanja z mentorjem	Individual work and consultancy with the mentor

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Tričlanska komisija (predsednik, član in mentor) oceni kandidatov pisni elaborat diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija oceni tudi kandidatov zagovor diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija na podlagi teh dveh ocen določi enovito oceno magistrskega dela (5-10).	100,00 %	A three-member committee (chair, member and mentor) assesses the candidate’s written paper on a scale of 5 to 10. The committee also assesses the candidate’s defense of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the master's thesis (5-10).

Reference nosilca/Lecturer's references:

Nosilec je izbrani mentor s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja. The lecturer is a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL with the proper habilitation title.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Magistrsko delo
Course title:	Master's thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64313

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

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – strokovni/compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljene vse ostale obveznosti iz študijskega programa (90 ECTS). Pred prijavo teme se mora študent udeležiti in opraviti organizirane delavnice v okviru kariernega centra UL FE.	Completed all other obligations under the study program (90 ECTS). Before registering the topic, the student must attend and conduct organized workshops within the framework of the UL FE Career Center.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
V magistrskem delu študent samostojno obdela strokovni problem, pri katerem izkaže svojo ustvarjalno sposobnost za razvojno in raziskovalno delo, predvsem pa zmožnost, da pridobljeno znanje uspešno in celovito uporabi pri izdelavi svojega dela. Magistrsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.	In the master's thesis, the student independently deals with an expert issue, showing his/her creative ability for research and development work and above all his/her ability to successfully and comprehensively apply the knowledge gained. Several students can work together to produce a single master's thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študent v magistrskem delu, ki ga izdela pod vodstvom izbranega mentorja z UL Fakultete za elektrotehniko, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike in širše.	The master's thesis prepared by the student under the mentorship of a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL is proof that the student is capable of independently resolving problems in the field of electrical engineering and beyond.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Znanje in razumevanje: Sposobnost opredelitve razvojno-raziskovalnega problema s področja elektrotehnike za naročnika (iz gospodarstva ali druge	**Knowledge and understanding:** The ability to define research-development problem in the field of electrical engineering for the client (from the economy and other

sfere) in analiza različnih možnih poti za njegovo reševanje. **Uporaba**: Študent bo znanja in spretnosti, pridobljena med študijem, znal učinkovito uporabiti pri reševanju zahtevnih razvojno-raziskovalnih problemov s področja elektrotehnike in tudi širše. **Refleksija:** Z magistrskim delom mora študent dokazati sposobnost iskanja novih rešitev in njihove kritične presoje. Pri tem zna izbrati in učinkovito uporabiti ustrezno literaturo ali druge vire ter izkazuje usposobljenost za razvojno-raziskovalno delo. **Prenosljive spretnosti:** Sposobnost vodenja zahtevnih razvojno-raziskovalnih projektov ter pisnega in ustnega komuniciranja na visoki strokovni ravni.	spheres) and analysis of the different possible ways to address it. **Application:** Students will be able to effectively use knowledge and skills acquired during their studies and complex research and development problems in the field of electrical engineering and beyond. **Reflection:** In the thesis the students must demonstrate the ability to find new solutions and their critical judgment. In doing so, they are able to select and effectively use appropriate literature or other sources, and demonstrates the capacity for research and development work. **Transferable skills:** The ability to manage complex research and development projects as well as written and oral communication at a high professional level.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
individualno delo in posvetovanja z mentorjem	Individual work and consultancy with the mentor

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Tričlanska komisija (predsednik, član in mentor) oceni kandidatov pisni elaborat diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija oceni tudi kandidatov zagovor diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija na podlagi teh dveh ocen določi enovito oceno magistrskega dela (5-10).	100,00 %	A three-member committee (chair, member and mentor) assesses the candidate’s written paper on a scale of 5 to 10. The committee also assesses the candidate’s defense of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the master's thesis (5-10).

Reference nosilca/Lecturer's references:

Nosilec je izbrani mentor s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja. The lecturer is a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL with the proper habilitation title.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Magistrsko delo
Course title:	Master's thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64313

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

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – strokovni/compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljene vse ostale obveznosti iz študijskega programa (90 ECTS). Pred prijavo teme se mora študent udeležiti in opraviti organizirane delavnice v okviru kariernega centra UL FE.	Completed all other obligations under the study program (90 ECTS). Before registering the topic, the student must attend and conduct organized workshops within the framework of the UL FE Career Center.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
V magistrskem delu študent samostojno obdela strokovni problem, pri katerem izkaže svojo ustvarjalno sposobnost za razvojno in raziskovalno delo, predvsem pa zmožnost, da pridobljeno znanje uspešno in celovito uporabi pri izdelavi svojega dela. Magistrsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.	In the master's thesis, the student independently deals with an expert issue, showing his/her creative ability for research and development work and above all his/her ability to successfully and comprehensively apply the knowledge gained. Several students can work together to produce a single master's thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študent v magistrskem delu, ki ga izdela pod vodstvom izbranega mentorja z UL Fakultete za elektrotehniko, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike in širše.	The master's thesis prepared by the student under the mentorship of a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL is proof that the student is capable of independently resolving problems in the field of electrical engineering and beyond.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Znanje in razumevanje: Sposobnost opredelitve razvojno-raziskovalnega problema s področja elektrotehnike za naročnika (iz gospodarstva ali druge	**Knowledge and understanding:** The ability to define research-development problem in the field of electrical engineering for the client (from the economy and other

sfere) in analiza različnih možnih poti za njegovo reševanje. **Uporaba**: Študent bo znanja in spretnosti, pridobljena med študijem, znal učinkovito uporabiti pri reševanju zahtevnih razvojno-raziskovalnih problemov s področja elektrotehnike in tudi širše. **Refleksija:** Z magistrskim delom mora študent dokazati sposobnost iskanja novih rešitev in njihove kritične presoje. Pri tem zna izbrati in učinkovito uporabiti ustrezno literaturo ali druge vire ter izkazuje usposobljenost za razvojno-raziskovalno delo. **Prenosljive spretnosti:** Sposobnost vodenja zahtevnih razvojno-raziskovalnih projektov ter pisnega in ustnega komuniciranja na visoki strokovni ravni.	spheres) and analysis of the different possible ways to address it. **Application:** Students will be able to effectively use knowledge and skills acquired during their studies and complex research and development problems in the field of electrical engineering and beyond. **Reflection:** In the thesis the students must demonstrate the ability to find new solutions and their critical judgment. In doing so, they are able to select and effectively use appropriate literature or other sources, and demonstrates the capacity for research and development work. **Transferable skills:** The ability to manage complex research and development projects as well as written and oral communication at a high professional level.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
individualno delo in posvetovanja z mentorjem	Individual work and consultancy with the mentor

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Tričlanska komisija (predsednik, član in mentor) oceni kandidatov pisni elaborat diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija oceni tudi kandidatov zagovor diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija na podlagi teh dveh ocen določi enovito oceno magistrskega dela (5-10).	100,00 %	A three-member committee (chair, member and mentor) assesses the candidate’s written paper on a scale of 5 to 10. The committee also assesses the candidate’s defense of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the master's thesis (5-10).

Reference nosilca/Lecturer's references:

Nosilec je izbrani mentor s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja. The lecturer is a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL with the proper habilitation title.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Magistrsko delo
Course title:	Master's thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64313

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

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – strokovni/compulsory professional

Jeziki/Languages:

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljene vse ostale obveznosti iz študijskega programa (90 ECTS). Pred prijavo teme se mora študent udeležiti in opraviti organizirane delavnice v okviru kariernega centra UL FE.	Completed all other obligations under the study program (90 ECTS). Before registering the topic, the student must attend and conduct organized workshops within the framework of the UL FE Career Center.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
V magistrskem delu študent samostojno obdela strokovni problem, pri katerem izkaže svojo ustvarjalno sposobnost za razvojno in raziskovalno delo, predvsem pa zmožnost, da pridobljeno znanje uspešno in celovito uporabi pri izdelavi svojega dela. Magistrsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.	In the master's thesis, the student independently deals with an expert issue, showing his/her creative ability for research and development work and above all his/her ability to successfully and comprehensively apply the knowledge gained. Several students can work together to produce a single master's thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študent v magistrskem delu, ki ga izdela pod vodstvom izbranega mentorja z UL Fakultete za elektrotehniko, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike in širše.	The master's thesis prepared by the student under the mentorship of a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL is proof that the student is capable of independently resolving problems in the field of electrical engineering and beyond.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Znanje in razumevanje: Sposobnost opredelitve razvojno-raziskovalnega problema s področja elektrotehnike za naročnika (iz gospodarstva ali druge	**Knowledge and understanding:** The ability to define research-development problem in the field of electrical engineering for the client (from the economy and other

sfere) in analiza različnih možnih poti za njegovo reševanje. **Uporaba**: Študent bo znanja in spretnosti, pridobljena med študijem, znal učinkovito uporabiti pri reševanju zahtevnih razvojno-raziskovalnih problemov s področja elektrotehnike in tudi širše. **Refleksija:** Z magistrskim delom mora študent dokazati sposobnost iskanja novih rešitev in njihove kritične presoje. Pri tem zna izbrati in učinkovito uporabiti ustrezno literaturo ali druge vire ter izkazuje usposobljenost za razvojno-raziskovalno delo. **Prenosljive spretnosti:** Sposobnost vodenja zahtevnih razvojno-raziskovalnih projektov ter pisnega in ustnega komuniciranja na visoki strokovni ravni.	spheres) and analysis of the different possible ways to address it. **Application:** Students will be able to effectively use knowledge and skills acquired during their studies and complex research and development problems in the field of electrical engineering and beyond. **Reflection:** In the thesis the students must demonstrate the ability to find new solutions and their critical judgment. In doing so, they are able to select and effectively use appropriate literature or other sources, and demonstrates the capacity for research and development work. **Transferable skills:** The ability to manage complex research and development projects as well as written and oral communication at a high professional level.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
individualno delo in posvetovanja z mentorjem	Individual work and consultancy with the mentor

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Tričlanska komisija (predsednik, član in mentor) oceni kandidatov pisni elaborat diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija oceni tudi kandidatov zagovor diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija na podlagi teh dveh ocen določi enovito oceno magistrskega dela (5-10).	100,00 %	A three-member committee (chair, member and mentor) assesses the candidate’s written paper on a scale of 5 to 10. The committee also assesses the candidate’s defense of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the master's thesis (5-10).

Reference nosilca/Lecturer's references:

Nosilec je izbrani mentor s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja. The lecturer is a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL with the proper habilitation title.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Magistrsko delo
Course title:	Master's thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64313

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

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – strokovni/compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Opravljene vse ostale obveznosti iz študijskega programa (90 ECTS). Pred prijavo teme se mora študent udeležiti in opraviti organizirane delavnice v okviru kariernega centra UL FE.	Completed all other obligations under the study program (90 ECTS). Before registering the topic, the student must attend and conduct organized workshops within the framework of the UL FE Career Center.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
V magistrskem delu študent samostojno obdela strokovni problem, pri katerem izkaže svojo ustvarjalno sposobnost za razvojno in raziskovalno delo, predvsem pa zmožnost, da pridobljeno znanje uspešno in celovito uporabi pri izdelavi svojega dela. Magistrsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.	In the master's thesis, the student independently deals with an expert issue, showing his/her creative ability for research and development work and above all his/her ability to successfully and comprehensively apply the knowledge gained. Several students can work together to produce a single master's thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent v magistrskem delu, ki ga izdela pod vodstvom izbranega mentorja z UL Fakultete za elektrotehniko, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike in širše.	The master's thesis prepared by the student under the mentorship of a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL is proof that the student is capable of independently resolving problems in the field of electrical engineering and beyond.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Sposobnost opredelitve razvojno-raziskovalnega problema s področja elektrotehnike za naročnika (iz gospodarstva ali druge	**Knowledge and understanding:** The ability to define research-development problem in the field of electrical engineering for the client (from the economy and other

sfere) in analiza različnih možnih poti za njegovo reševanje. **Uporaba**: Študent bo znanja in spretnosti, pridobljena med študijem, znal učinkovito uporabiti pri reševanju zahtevnih razvojno-raziskovalnih problemov s področja elektrotehnike in tudi širše. **Refleksija:** Z magistrskim delom mora študent dokazati sposobnost iskanja novih rešitev in njihove kritične presoje. Pri tem zna izbrati in učinkovito uporabiti ustrezno literaturo ali druge vire ter izkazuje usposobljenost za razvojno-raziskovalno delo. **Prenosljive spretnosti:** Sposobnost vodenja zahtevnih razvojno-raziskovalnih projektov ter pisnega in ustnega komuniciranja na visoki strokovni ravni.	spheres) and analysis of the different possible ways to address it. **Application:** Students will be able to effectively use knowledge and skills acquired during their studies and complex research and development problems in the field of electrical engineering and beyond. **Reflection:** In the thesis the students must demonstrate the ability to find new solutions and their critical judgment. In doing so, they are able to select and effectively use appropriate literature or other sources, and demonstrates the capacity for research and development work. **Transferable skills:** The ability to manage complex research and development projects as well as written and oral communication at a high professional level.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
individualno delo in posvetovanja z mentorjem	Individual work and consultancy with the mentor

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Tričlanska komisija (predsednik, član in mentor) oceni kandidatov pisni elaborat diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija oceni tudi kandidatov zagovor diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija na podlagi teh dveh ocen določi enovito oceno magistrskega dela (5-10).	100,00 %	A three-member committee (chair, member and mentor) assesses the candidate’s written paper on a scale of 5 to 10. The committee also assesses the candidate’s defense of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the master's thesis (5-10).

Reference nosilca/Lecturer's references:

Nosilec je izbrani mentor s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja. The lecturer is a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL with the proper habilitation title.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Magistrsko delo
Course title:	Master's thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64313

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

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – strokovni/compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljene vse ostale obveznosti iz študijskega programa (90 ECTS). Pred prijavo teme se mora študent udeležiti in opraviti organizirane delavnice v okviru kariernega centra UL FE.	Completed all other obligations under the study program (90 ECTS). Before registering the topic, the student must attend and conduct organized workshops within the framework of the UL FE Career Center.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
V magistrskem delu študent samostojno obdela strokovni problem, pri katerem izkaže svojo ustvarjalno sposobnost za razvojno in raziskovalno delo, predvsem pa zmožnost, da pridobljeno znanje uspešno in celovito uporabi pri izdelavi svojega dela. Magistrsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.	In the master's thesis, the student independently deals with an expert issue, showing his/her creative ability for research and development work and above all his/her ability to successfully and comprehensively apply the knowledge gained. Several students can work together to produce a single master's thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študent v magistrskem delu, ki ga izdela pod vodstvom izbranega mentorja z UL Fakultete za elektrotehniko, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike in širše.	The master's thesis prepared by the student under the mentorship of a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL is proof that the student is capable of independently resolving problems in the field of electrical engineering and beyond.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Znanje in razumevanje: Sposobnost opredelitve razvojno-raziskovalnega problema s področja elektrotehnike za naročnika (iz gospodarstva ali druge	**Knowledge and understanding:** The ability to define research-development problem in the field of electrical engineering for the client (from the economy and other

sfere) in analiza različnih možnih poti za njegovo reševanje. **Uporaba**: Študent bo znanja in spretnosti, pridobljena med študijem, znal učinkovito uporabiti pri reševanju zahtevnih razvojno-raziskovalnih problemov s področja elektrotehnike in tudi širše. **Refleksija:** Z magistrskim delom mora študent dokazati sposobnost iskanja novih rešitev in njihove kritične presoje. Pri tem zna izbrati in učinkovito uporabiti ustrezno literaturo ali druge vire ter izkazuje usposobljenost za razvojno-raziskovalno delo. **Prenosljive spretnosti:** Sposobnost vodenja zahtevnih razvojno-raziskovalnih projektov ter pisnega in ustnega komuniciranja na visoki strokovni ravni.	spheres) and analysis of the different possible ways to address it. **Application:** Students will be able to effectively use knowledge and skills acquired during their studies and complex research and development problems in the field of electrical engineering and beyond. **Reflection:** In the thesis the students must demonstrate the ability to find new solutions and their critical judgment. In doing so, they are able to select and effectively use appropriate literature or other sources, and demonstrates the capacity for research and development work. **Transferable skills:** The ability to manage complex research and development projects as well as written and oral communication at a high professional level.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
individualno delo in posvetovanja z mentorjem	Individual work and consultancy with the mentor

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Tričlanska komisija (predsednik, član in mentor) oceni kandidatov pisni elaborat diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija oceni tudi kandidatov zagovor diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija na podlagi teh dveh ocen določi enovito oceno magistrskega dela (5-10).	100,00 %	A three-member committee (chair, member and mentor) assesses the candidate’s written paper on a scale of 5 to 10. The committee also assesses the candidate’s defense of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the master's thesis (5-10).

Reference nosilca/Lecturer's references:

Nosilec je izbrani mentor s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja. The lecturer is a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL with the proper habilitation title.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Magistrsko delo
Course title:	Master's thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64313

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

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – strokovni/compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljene vse ostale obveznosti iz študijskega programa (90 ECTS). Pred prijavo teme se mora študent udeležiti in opraviti organizirane delavnice v okviru kariernega centra UL FE.	Completed all other obligations under the study program (90 ECTS). Before registering the topic, the student must attend and conduct organized workshops within the framework of the UL FE Career Center.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
V magistrskem delu študent samostojno obdela strokovni problem, pri katerem izkaže svojo ustvarjalno sposobnost za razvojno in raziskovalno delo, predvsem pa zmožnost, da pridobljeno znanje uspešno in celovito uporabi pri izdelavi svojega dela. Magistrsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.	In the master's thesis, the student independently deals with an expert issue, showing his/her creative ability for research and development work and above all his/her ability to successfully and comprehensively apply the knowledge gained. Several students can work together to produce a single master's thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študent v magistrskem delu, ki ga izdela pod vodstvom izbranega mentorja z UL Fakultete za elektrotehniko, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike in širše.	The master's thesis prepared by the student under the mentorship of a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL is proof that the student is capable of independently resolving problems in the field of electrical engineering and beyond.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Znanje in razumevanje: Sposobnost opredelitve razvojno-raziskovalnega problema s področja elektrotehnike za naročnika (iz gospodarstva ali druge	**Knowledge and understanding:** The ability to define research-development problem in the field of electrical engineering for the client (from the economy and other

sfere) in analiza različnih možnih poti za njegovo reševanje. **Uporaba**: Študent bo znanja in spretnosti, pridobljena med študijem, znal učinkovito uporabiti pri reševanju zahtevnih razvojno-raziskovalnih problemov s področja elektrotehnike in tudi širše. **Refleksija:** Z magistrskim delom mora študent dokazati sposobnost iskanja novih rešitev in njihove kritične presoje. Pri tem zna izbrati in učinkovito uporabiti ustrezno literaturo ali druge vire ter izkazuje usposobljenost za razvojno-raziskovalno delo. **Prenosljive spretnosti:** Sposobnost vodenja zahtevnih razvojno-raziskovalnih projektov ter pisnega in ustnega komuniciranja na visoki strokovni ravni.	spheres) and analysis of the different possible ways to address it. **Application:** Students will be able to effectively use knowledge and skills acquired during their studies and complex research and development problems in the field of electrical engineering and beyond. **Reflection:** In the thesis the students must demonstrate the ability to find new solutions and their critical judgment. In doing so, they are able to select and effectively use appropriate literature or other sources, and demonstrates the capacity for research and development work. **Transferable skills:** The ability to manage complex research and development projects as well as written and oral communication at a high professional level.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
individualno delo in posvetovanja z mentorjem	Individual work and consultancy with the mentor

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Tričlanska komisija (predsednik, član in mentor) oceni kandidatov pisni elaborat diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija oceni tudi kandidatov zagovor diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija na podlagi teh dveh ocen določi enovito oceno magistrskega dela (5-10).	100,00 %	A three-member committee (chair, member and mentor) assesses the candidate’s written paper on a scale of 5 to 10. The committee also assesses the candidate’s defense of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the master's thesis (5-10).

Reference nosilca/Lecturer's references:

Nosilec je izbrani mentor s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja. The lecturer is a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL with the proper habilitation title.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Magistrsko delo
Course title:	Master's thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64313

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

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – strokovni/compulsory professional

Jeziki/Languages:

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljene vse ostale obveznosti iz študijskega programa (90 ECTS). Pred prijavo teme se mora študent udeležiti in opraviti organizirane delavnice v okviru kariernega centra UL FE.	Completed all other obligations under the study program (90 ECTS). Before registering the topic, the student must attend and conduct organized workshops within the framework of the UL FE Career Center.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
V magistrskem delu študent samostojno obdela strokovni problem, pri katerem izkaže svojo ustvarjalno sposobnost za razvojno in raziskovalno delo, predvsem pa zmožnost, da pridobljeno znanje uspešno in celovito uporabi pri izdelavi svojega dela. Magistrsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.	In the master's thesis, the student independently deals with an expert issue, showing his/her creative ability for research and development work and above all his/her ability to successfully and comprehensively apply the knowledge gained. Several students can work together to produce a single master's thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študent v magistrskem delu, ki ga izdela pod vodstvom izbranega mentorja z UL Fakultete za elektrotehniko, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike in širše.	The master's thesis prepared by the student under the mentorship of a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL is proof that the student is capable of independently resolving problems in the field of electrical engineering and beyond.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Znanje in razumevanje: Sposobnost opredelitve razvojno-raziskovalnega problema s področja elektrotehnike za naročnika (iz gospodarstva ali druge	**Knowledge and understanding:** The ability to define research-development problem in the field of electrical engineering for the client (from the economy and other

sfere) in analiza različnih možnih poti za njegovo reševanje. **Uporaba**: Študent bo znanja in spretnosti, pridobljena med študijem, znal učinkovito uporabiti pri reševanju zahtevnih razvojno-raziskovalnih problemov s področja elektrotehnike in tudi širše. **Refleksija:** Z magistrskim delom mora študent dokazati sposobnost iskanja novih rešitev in njihove kritične presoje. Pri tem zna izbrati in učinkovito uporabiti ustrezno literaturo ali druge vire ter izkazuje usposobljenost za razvojno-raziskovalno delo. **Prenosljive spretnosti:** Sposobnost vodenja zahtevnih razvojno-raziskovalnih projektov ter pisnega in ustnega komuniciranja na visoki strokovni ravni.	spheres) and analysis of the different possible ways to address it. **Application:** Students will be able to effectively use knowledge and skills acquired during their studies and complex research and development problems in the field of electrical engineering and beyond. **Reflection:** In the thesis the students must demonstrate the ability to find new solutions and their critical judgment. In doing so, they are able to select and effectively use appropriate literature or other sources, and demonstrates the capacity for research and development work. **Transferable skills:** The ability to manage complex research and development projects as well as written and oral communication at a high professional level.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
individualno delo in posvetovanja z mentorjem	Individual work and consultancy with the mentor

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Tričlanska komisija (predsednik, član in mentor) oceni kandidatov pisni elaborat diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija oceni tudi kandidatov zagovor diplomskega dela z oceno 5-10. Komisija na podlagi teh dveh ocen določi enovito oceno magistrskega dela (5-10).	100,00 %	A three-member committee (chair, member and mentor) assesses the candidate’s written paper on a scale of 5 to 10. The committee also assesses the candidate’s defense of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the master's thesis (5-10).

Reference nosilca/Lecturer's references:

Nosilec je izbrani mentor s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani s habilitacijskim nazivom visokošolskega učitelja. The lecturer is a selected mentor from the Faculty of Electrical Engineering of the UL with the proper habilitation title.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Mehatronski sistemi
Course title:	Mechatronic Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64255

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Vanja Ambrožič
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik. Potrebna predznanja iz matematike, osnov elektrotehnike, meritev in električnih strojev.	Enrolment in the year of the course. Knowledge of mathematics, electrical engineering fundamentals, measurements, electrical machines.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
• Mehanski sistemi z gibljivimi elementi • Fizikalni opis mehanskih elementov (nosilci, vzmeti, blažilniki, ležaji, zobniki, prenosi, manipulatorji…) • Modeliranje in simulacija mehatronskih sistemov • Hidravlični in pnevmatski aktuatorji • Nekonvencionalne izvedbe električnih aktuatorjev • Mehatronika v transportnih sistemih (industrijskih, cestnih, tirnih) • Primeri kompleksnih mehatronskih sistemov: hibridno vozilo, magnetna levitacija…	• Mechanical systems with moving parts • Physical description of mechanical systems (beams, shock-absorbers, bearings, transmissions, manipulators…) • Modelling and simulation of mechatronic systems • Hydraulic and pneumatic actuators • Unconventional realization of electric actuators • Mechatronics in transport systems (industrial, road, tracks) • Examples of complex mechatronics systems: hybrid vehicle, magnetic levitation…

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Pisno gradivo, prirejeno za predmet
2. Rolf Isermann, Mechatronic Systems Fundamentals, Springer, 2005
3. S. Cetinkunt, Mechatronics, Wiley, 2007

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Spoznavanje fizikalne slike in analiza heterogenih sestavnih sklopov mehatronskih sistemov. Integracija doseženih specifičnih znanj na primeru sodobnih kompleksnih aplikacij.	Acquiring knowledge of a physical modelling and analysis of heterogeneous mechatronic subsystems. Integration of specific knowledge into examples of modern complex applications.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:

Znanje in razumevanje: Študent bo pridobil osnovna znanja iz teorije mehanskih elementov in sistemov. Spoznal bo konvencionalne in nekonvencionalne izvršne elemente ter razumel medsebojno delovanje posamičnih podsestavov v kompleksnem sistemu. **Uporaba**: Povezovanje doseženih teoretičnih znanj iz drugih predmetov z novo pridobljenimi znanji iz predmeta na področju vseprisotnih elektromehanskih sistemov. **Refleksija**: Predmet posreduje uravnovešena teoretična in praktična znanja. Hkrati bo študentu elektrotehnike predstavil sorodna področja, ki jih srečuje v inženirski praksi. Na ta način bo preglednejša povezanost med teoretičnim ozadjem in inženirsko realnostjo. **Prenosljive spretnosti**: Raziskovalno delo: iskanje primerov mehatronskih sistemov po strokovni literaturi in spletu ter njihova predstavitev kolegom. Timsko delo na projektih.	**Knowledge and understanding:** The student will get acquainted with basic theory of mechanic elements and systems, as well as conventional and unconventional actuators. He will also understand the interaction between different units inside a complex system. **Application:** Connection between achieved theoretical knowledge from other subjects with new knowledge in the area of widespread electromechanical systems. **Reflection:** The subject will offer balanced theoretical and practical knowledge. At the same time, the student will be presented similar areas from the engineering practice. Thus, the connection between theoretical background and engineering reality becomes clearer. **Transferable skills:** Use of information technologies when searching for examples of mechatronic systems and their presentation to the colleagues. Team work on projects.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, seminarji in laboratorijske vaje.	Lectures, seminars and laboratory exercises

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj in seminarja sta pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: vaje in seminar izpit		Negative grade is 5, positive grades are from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises and seminar is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: exercises and seminar exam
vaje in seminar	50,00 %	exercises and seminar
izpit	50,00 %	exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KONTARČEK, Andraž, NEMEC, Mitja, BAJEC, Primož, AMBROŽIČ, Vanja. Single open-phase fault detection with fault-tolerant control of an inverter-fed permanent magnet synchronous machine. Automatika, 2014, vol. 55, no. 4, str. 474-486.
2. AMBROŽIČ, Vanja, ZAJEC, Peter. Električni servo pogoni. 1. izd. V Ljubljani: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ-CIRED, 2016
3. DROBNIČ, Klemen, NEMEC, Mitja, FIŠER, Rastko, AMBROŽIČ, Vanja. Simplified detection of broken rotor bars in induction motors controlled in field reference frame. Control engineering practice, Aug. 2012, vol. 20, no. 8, str. 761-769, ilustr.
4. MAKUC, Danilo, DROBNIČ, Klemen, AMBROŽIČ, Vanja, MILJAVEC, Damijan, FIŠER, Rastko, NEMEC, Mitja. Parameters estimation of induction motor with faulty rotor. Przegląd Elektrotechniczny, 2012, rok 88, 1a, str. 41-46.
5. NEMEC, Mitja, DROBNIČ, Klemen, NEDELJKOVIĆ, David, FIŠER, Rastko, AMBROŽIČ, Vanja. Detection of broken bars in induction motor through the analysis of supply voltage modulation. IEEE transactions on industrial electronics, Aug. 2010, vol. 57, no. 8, str. 2879-2888

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Meritve in senzorji v biomedicini
Course title:	Measurements and Sensors in Biomedicine

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64210

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Alenka Maček Lebar
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Načrtovanje in izvedba poskusov in meritev v medicini in biotehnologiji. Osnovni pojmi: viri biomedicinskih signalov, vrste signalov in šuma, lastnosti merilnega sistema. Fizikalne in fiziološke veličine, ki jih merimo v medicini, ter pripadajoče enote. Zanimive rešitve zaznavanja različnih signalov v naravi. Osnovni fizikalni principi senzorjev: uporovni, induktivni, kapacitivni, piezoelektični, kemični, optični, ... Merjenje tlaka (neposredno in posredno merjenje, uporaba katetrskih senzorjev). Merjenje pretoka krvi in dihanja (elektromagnetne, ultrazvočne, dopplerske, pletizmografske, dilucijske in druge metode). Merjenje premikov, hitrosti, pospeška, sile in navora. Merjenje temperature, vlažnosti in pretoka toplote (kontaktno in brezkontaktno merjenje, infrardeči merilniki). Merjenje bioelektričnih potencialov (elektrokardiografija, elektroencefalografija, elektromiografija) ter bioimpedance, pojavi na elektrodah. Laboratorijske in klinične biokemijske merilne metode (pH, pO2, plinska analiza krvi), biosenzorji. Viri in senzorji svetlobe, senzorji na osnovi optičnih vlaken, optične merilne metode (pulzna oksimetrija, laser-dopplerska metoda, bližnje-infrardeča spektroskopija itd.).	Planning and performing of experiments and measurements in medicine and biotechnology. Basic concepts: sources of biomedical signals, types of signals, noise characteristics of the measuring system. Physical and physiological quantities that are measured in medicine and related units. Interesting ways of signals acquisition in nature. The basic physical principles of sensors: resistive, inductive, capacitive, piezoelectric, chemical, optical, ... Measurement of pressure (direct and indirect measurements, the use of catheters). Measurement of blood flow and respiration (electromagnetic, ultrasound, Doppler, plethysmography, indicator dilution techniques and other methods). Measuring of movement, speed, acceleration, force and torque. Measurement of temperature, humidity and heat flow (contact and non-contact measurements, infrared meters). The measurement of bioelectric potentials (electrocardiography, electroencephalography, electromyography), bioimpedance, electrodes. Laboratory and clinical biochemical measuring methods (pH, pO2, blood gas analysis), biosensors. Sources of light and light sensors, sensors based on optical fibres, optical measuring methods (pulse

	oximetry, laser-Doppler method, near-infrared spectroscopy, etc.).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Wang P, Liu Q. Biomedical Sensors and measurement. Zhejiang University Press, Springer, 201
2. Togawa T, Tamura T, Ake Oberg P. Biomedical Transducers and Instruments. CRC Press, 2011.
3. Khandpur RS. Biomedical Instrumentation: Technology and Applications. McGraw-Hill, 2004.
4. Bronzino JD (editor). The Biomedical Engineering Handbook (3rd edition). CRC Press, 2006.
5. Barth FG, Humphrey JAC, Secomb TW. Sensors and sensing in biology and enginnering. Springer, 2003.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Pregled fizikalnih in fizioloških veličin, ki jih najpogosteje merimo v kliničnem in raziskovalnem medicinskem okolju z velikim poudarkom na konkretnih namenih merjenja teh veličin. Spoznavanje različnih fizikalnih principov in merilnih metod ter senzorjev za merjenje teh veličin za potrebe medicinske diagnostike in raziskovalnih namenov. Pridobitev znanja in praktičnih izkušenj za kvaliteten in varen zajem najpogostejših bioelektričnih potencialov z zajemom na površini telesa (EKG, EMG in EEG) ter različnih vrst neelektričnih bioloških signalov (na primer optične merilne metode). Pridobitev osnovnega znanja o merilnih metodah kemičnih parametrov in biosenzorjih. Praktične izkušnje z merilnimi metodami v biomedicinskem celičnem laboratoriju. Poznavanje relativnih prednosti in omejitev obravnavanih merilnih metod s ciljem izbire najprimernejše metode za konkretni primer uporabe.	Overview of physical and physiological variables that are most commonly measured in clinical and medical research environment with a strong focus on the specific purposes of their measurement. Understanding of the physical principles, methods of measurement as well as sensors for measuring these quantities in medical diagnostic and research. Acquisition of knowledge and practical experience of qualitative and safe capture of the most common bioelectrical signals that can be captured on the surface of the body (ECG, EMG and EEG) and various types of nonelectric biological signals (eg. optical measurement methods). Basic knowledge of the concepts for measuring chemical parameters and biosensors. Practical experience with measuring methods in the laboratory. Knowledge of the advantages and limitations of the existing measuring methods with the aim of selecting the most appropriate method for a specifical use.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • opisati različne merilne metode in senzorje v medicini in biotehnologiji • opisati nekatere pomembnejše in pogosto uporabljene merilne metode in postopke ter razložiti njihove prednosti in omejitve • pojasniti fizikalno ozadje obravnavanih merilnih metod • načrtovati in izvesti biomedicinske meritve tudi na drugih področjih • kritično zagovarjati dobljene merilne rezultate.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe various measurement methods and sensors in medicine and biotechnology • describe some of the more important and often used measurement methods and procedures and explain their advantages and limitations • explain the physical background of the measurement methods • plan and perform biomedical measurements in other areas • to critically defend the obtained measurement results.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih študenti spoznajo teoretične osnove fizikalnega ozadja obravnavanih merilnih metod in senzorjev skupaj z nameni in primeri uporabe. Seznanimo jih s postopki za pravilno načrtovanje, izvedbo in vrednotenje merilnega poskusa. V okviru vaj študenti rokujejo s senzorji, ki so zasnovani na različnih fizikalnih principih, jih umerijo v izbranem merilnem področju in vključijo v preprost merilni sistem. Pridobijo praktične izkušnje z izvedbo nekaterih izbranih	At the lectures, students learn the theoretical basis and the physical background of the existing measuring methods and sensors along with the purposes and application examples. Familiarization with the procedures for the proper planning, implementation and evaluation of the measuring experiments. At laboratory work, students use sensors that are based on different physical principles, they calibrate them in the selected measurement regions and incorporate

neinvazivnih merilnih metod fizioloških veličin ter uporabo biokemijskih merilnih metod. Opravili bomo eno ali več ekskurzij v medicinsko ustanove, kjer bo praktični prikaz uporabe različne biomedicinske merilne inštrumentacije.	them in a simple measurement systems. Gain hands-on experience with the implementation of some selected non-invasive methods of measurement of physiological variables and the use of biochemical measurement methods. Students attend one or more excursions to medical institutions, where practical demonstrations of the use of biomedical measurement instrumentation are held.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Pisni izpit, ustni izpit, laboratorijske vaje, projekt Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za opravljanje izpita. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Written exam, oral exam, laboratory exercises, project Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	10,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KRAMAR Peter, MIKLAVČIČ Damijan, MAČEK LEBAR Alenka. Determination of the lipid bilayer breakdown voltage by means of linear rising signal. Bioelectrochemistry, 2007, 70, 1, 23-27.
2. KRAMAR Peter, MIKLAVČIČ Damijan, MAČEK LEBAR Alenka. A system for the determination of planar lipid bilayer breakdown voltage and its applications. IEEE trans. nanobiosci., 2009, 8, 2, 132-138.
3. KRAMAR Peter, MIKLAVČIČ Damijan, MAČEK LEBAR Alenka. Merjenje lastnosti ravninskih lipidnih dvoslojev. Elektrotehniški vestnik [Slovenska tiskana izd.], 2009, 76, 5, 293-298.
4. KRAMAR Peter, MIKLAVČIČ Damijan, KOLUTSKA Malgorzata, MAČEK LEBAR Alenka. Voltage- and current-clamp methods for determination of planar lipid bilayer properties. V: IGLIČ, Aleš (ur.). *Advances in planar lipid bilayers and liposomes : volume 11*, (Advances in planar lipid bilayers and liposomes). Amsterdam; Elsevier: Academic Press, cop. 2010, str. 29-69.
5. JELENC Jure, JELENC Jože, MIKLAVČIČ Damijan, MAČEK LEBAR Alenka. Low-frequency sonoporation in vitro : experimental system evaluation. *Stroj. vestn.*, 2012, 58, 5, 319-326.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Metode modeliranja
Course title:	Modelling Methods

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64204

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Maja Atanasijević-Kunc

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni strokovni/Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod (razlogi za gradnjo modelov, osnovne definicije, pristopi k modeliranju), Vpeljava podobnosti, oz. analogij in njihov pomen v kontekstu sistemskega inženirstva, Ilustracija pomena modeliranja s primeri iz tehniških in netehniških področij, Analiza in poenostavljanje / dopolnjevanje modelov (strukturno poenostavljanje / dopolnjevanje in linearizacija), Obravnava nekaterih posebnih vrst modelov, Kvantitativno in kvalitativno vrednotenje modelov, Optimizacija modelov s klasičnimi pristopi in z globalnimi ter hibridnimi pristopi, Raba izbranih programskih orodij (MATLAB, Simulink, Control System Toolbox) in predstavitev nekaterih dodatnih orodij v MATLAB in v nekaterih drugih okoljih, primernih tudi za obravnavo sistemske dinamike in za učinkovito vizualizacijo, ilustrativni primeri načrtovanja modelov ob uporabi kompleksnejših laboratorijskih pilotnih naprav.	Introduction (the reasons for the construction of models, basic definitions, approaches to model design) Introduction of similarities or analogies and their importance in the context of systems' engineering, Illustration of the importance of modelling with examples from technical and non – technical areas, Analysis and model simplification / extension (structural simplification / extension and linearization), Consideration of some specific types of models, Quantitative and qualitative evaluation of models, Conventional approaches to models' optimization and usage of global and hybrid approaches, Usage of software tools (MATLAB, Simulink, Control System Toolbox) and the presentation of some additional toolboxes in MATLAB and in some other programs, suitable also for the so called system dynamics and visualization, illustrative examples of model design of complex laboratory pilot plants.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja. Metode modeliranja, Študijsko gradivo. Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, 2016.
2. KARBA, Rihard, Modeliranje procesov, Fakulteta za elektrotehniko, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, 1999.
3. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja. Modeliranje procesov: Zbirka primerov z ilustracijami v okolju Matlab-Simulink. Fakulteta za elektrotehniko, Založba FE in FRI, 2008.

4. CELLIER, François, E.. Continuous system modeling, Springer-Verlag, New York, 1991.
5. GODFREY, Keith. Compartmental Models and Their Application. Academic Press, London, 1983.
6. FOGEL, D.B.. Evolutionary Computation, Toward a New Philosophy of Machine Intelligence, IEEE Press Series on Computational Intelligence, 200
7. MAGRAB, Edward B., AZRAM, Shapour, BALACHANDRAN, Balakumar, DUNCAN, James H., HEROLD, Keith E., WALSH, Gregory C.. An Engineer's Guide to MATLAB with Applications from Mechanical, Aerospace, Electrical, and Civil Engineering. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2005.
8. MONSEF Youssef. Modelling and simulation of complex systems, concepts, methods and tools. Erlangen: Society for Computer Simulation Int.; 1997.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilji predmeta so: predstaviti zahtevnejša znanja s področja modeliranja procesov, opozoriti na razširjenost oz. multidisciplinarnost področja in s tem na njegov širok pomen, opisati značilne in tudi nekatere posebne oblike modelov in področja njihove uporabe, predstaviti nekatera programska orodja in njihovo uporabnost v podporo obravnavani tematiki, študente seznaniti z načrtovanjem eksperimentov in njihovim izvajanjem v podporo teoretičnim načinom modeliranja, predstaviti uporabo verifikacije in vrednostenja pri gradnji modelov realnih sistemov na tehniških in netehniških področjih, študente seznaniti z metodami izbire primerne literature, raziskovalnim delom in ustreznimi načini pisne in ustne predstavitve rezultatov strokovnega, oziroma znanstvenega dela.	Course goals are: to present advanced knowledge in the field of process modelling, to accent the wide and multidisciplinary nature of the area and thus its broad meaning, to describe typical and also some specific forms of models and their scope, to present some of the software tools and their usefulness in support of the issue being discussed, to acquaint students with the experiments design and their implementation in support to theoretical modelling approach, to present verification and evaluation in modelling of real systems from technical and non – technical fields, to acquaint students with appropriate literature selection, research work, and appropriate written and oral presentation of professional, or scientific work results.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno zaključenem izpitu naj bi bili študenti zmožni: • uporabe sistemskega pristopa k reševanju problemov modeliranja (teoretično, eksperimentalno in kombinirano) na tehniških in netehniških področjih; • analiziranja dinamičnih matematičnih modelov; • eksperimentiranja z linearnimi in nelinearnimi modeli ter izvajanja medsebojne primerjave in kvalitativnega ter kvantitativnega vrednotenja; • optimiranja matematičnih modelov s klasičnimi, globalnimi in hibridnimi metodami; • ustrezne predstavitve rezultatov modeliranja v pisni in ustni obliki.	After the successful completion of the exam students should be able to: • use a systematic approach to problem solving by modelling (theoretical , experimental and combined) in technical and non – technical areas; • analysis of dynamic mathematical models; • experiment with linear and nonlinear models and to perform corresponding comparison and qualitative and quantitative evaluation; • optimize mathematical models using conventional, global, and hybrid methods; • present adequately a developed modelling results in both written and oral form.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, domače naloge, laboratorijske vaje, seminarsko in projektno delo	Lectures, homeworks, laboratory exercises, seminar and project work

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
preverjanje znanja med predavanji in laboratorijskimi vajami; ocenjevanje kvalitete opravljenih laboratorijskih vaj; uspešnost pri pisnem izpitu; uspešnost pri ustnem izpitu.		knowledge testing during lectures and laboratory exercises; evaluation of the quality of the performed laboratory exercises; evaluation of written exam; evaluation of oral

Negativna ocena je 5, pozitivne ocene so od 6 (najnižja) do 10 (najvišja). Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in sprotni testi pisni izpit ustni izpit		exam. Negative grade is 5, positive grades are from 6 (lowest) to 10 (highest). Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam application. Contributions to final grade: laboratory exercises and online testing written exam oral exam
Laboratorijske vaje in sprotni testi	10,00 %	Laboratory exercises and online testing
Pisni izpit	30,00 %	Written exam
Ustni izpit	60,00 %	Oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. SENTOČNIK, Jožica Tina, ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja, DRINOVEC, Jože, PFEIFER, Marija. Efficacy analysis of a body-mass-reduction treatment using mathematical modelling. Mathematical and computer modelling of dynamical systems, 2014, vol. 20, no. 2, str. 146-169.
2. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja, DRINOVEC, Jože, GUŠTIN, Barbara, MRHAR, Aleš. Simulation analysis of economic burden in hypertension and myocardial infarction treatment with beta blockers = Simulacijsko vrednotenje ekonomskega bremena zdravljenja hipertenzije in miokardnega infarkta z uporabo beta blokatorjev. Zdravniški vestnik, 2012, letn. 81, št. 2, str. 105-118.
3. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja, DRINOVEC, Jože, RUČIGAJ, Simona, MRHAR, Aleš. Simulation analysis of coronary heart disease, congestive heart failure and end-stage renal disease economic burden. Mathematics and computers in simulation, 2011, vol. 82, no. 3, str. 494-507.
4. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja, LOGAR, Vito, KARBA, Rihard, PAPIĆ, Marko, KOS, Andrej. Remote multivariable control design using a competition game. IEEE transactions on education, 2011, vol. 54, no. 1, str. 97-103.
5. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja, DRINOVEC, Jože, MRHAR, Aleš. Modeliranje in simulacija ter njuna uporaba v medicini in farmaciji = Usage of modelling and simulation in medicine and pharmacy. Zdravniški vestnik, 2008, letn. 77, št. 1, str. 57-71.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Mikroelektronski sistemi
Course title:	Microelectronic Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64288

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Drago Strle
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
METODOLOGIJA NAČRTOVANJA: metodologija načrtovanja mikroelektronskih sistemov od zgoraj navzdol in od spodaj navzgor ter uporaba modernih načrtovalskih orodji. KOMPLEKSNI ANALOGNO/DIGITALNI GRADNIKI: Analogno-digitalni in digitalno-analogni pretvorniki, Fazno sklenjene zanke, mešalniki, fazni detektorji, kompleksni filtri, MODELIRANJE MIKROELEKTRONSKIH SISTEMOV: Matlab/simulink in Verilog-AMS jezika za opis mešanih analogno-digitalnih sistemov in senzorjev/aktuatorjev, sočasne simulacije kompleksnega mikroelektronskega sistema na različnih nivojih, uporaba orodji za modeliranje in sočasno simulacijo itd., PARAZITNI POJAVI: trenutnih ter bodočih tehnoloških procesov (presluh, leakage, zakasnitve, sum, elektro migracija ter omejitve modernih tehnologij) MEJE CMOS TEHNOLOGIJE: kam vodi zmanjševanje struktur, novi elementi (SET), vpliv na načrtovanje digitalnih in analognih integriranih vezij ter mikro-elektronskih sistemov, optimizacija moči, redundanca,... IZBRANA POGLAVJA IZ : testiranja, testabilnosti, BIST in zanesljivosti mikroelektronskih sistemov.	METHODOLOGY OF DESIGN: Top-down and bottom-up microelectronic design methodology and the use of modern CAD tools. COMPLEX ANALOG/DIGITAL MODULES: A/D and D/A converters, phase locked loops, phase detectors, complex filters, etc. MODELING OF MICROELECTRONIC SYSTEMS: Matlab/Simulink and Verilog-AMS description and simulations of mixed-signal microelectronic systems including sensors and actuators, simulations of microelectronic systems on different levels, tools for co-simulations. PARASITIC EFFECTS: basics effects of leakage, noise, crosstalk in integrated circuits. LIMITS OF CMOS TECHNOLOGY: Effects of reducing the channel length, new elements, influence to the design process of digital and analogue integrated circuits and microelectronic systems, power consumption optimisation. BASICS OF TESTING MICROELECTRONIC SYSTEMS: basics of testability, BIST and reliability of microelectronic systems.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. P.J. Ashenden, "The systems designers guide to VHDL-AMS," Morgan Kaufmann publ., 2003.

2. R. Plasche, "Integrated Analog-to-digital and Digital-to-analog Converters, "Kluwer Academic publishers, 200
3. F. Maloberti, "Data Converters, " Springer, 2007.
4. G.T.A. Kovacs, "Microamchinned transducers source book," McGraw-Hill, 1998.
5. Kopije prosojnic predavanj in navodila za laboratorijske vaje/Copies of lecture slides and instructions for laboratory exercises http://lmfe.fe.uni-lj.si/predmeti-vsi/mikroelektronski-sistemi/

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Glavni cilji predmeta so naučiti študente da bodo sposobni načrtovati mešana analogno/digitalna integrirana vezja in gradnike, da bodo sposobni analize obstoječih struktur ter sinteze novih vezji, ki so potrebna pri realizaciji mikroelektronskih sistemov. Pri tem se bodo naučili obvladovanja postopkov in uporabe modernih načrtovalskih orodji, jezikov za opis in modeliranje ter simulacijo analognih in digitalnih podsistemov, skupaj s senzorji ali aktuatorji. Poleg tega bodo študentje seznanjeni s trendi realizacije mikroelektronskih sistemov v prihodnosti.	The main objectives of the curse are to teach students the principles of the design of mixed-signal integrated circuits, systems, and its building blocks. In addition, they will learn to perform the analysis if existing circuits and the synthesis of new circuits needed to be able to design a mixed-signal microelectronic system. In addition, they will learn how to use modern CAD design tools and modern description languages for efficient modeling and simulation of a mixed signal microelectronic systems, sensors and actuators. The students will get also insight into the trends of implementation practices of modern microelectronic systems in the future.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • Uporabiti osnovne teoreme o vzorčenju, kvantizaciji, ztransformaciji, itd. pri analizi, sintezi in načrtovanju mikroelektronskih sistemov, • Razumeti kompleksne specifikacije • Načrtovati preprosta mešana analognodigitalna integrirana vezja in sisteme v CMOS tehnologiji, • Modelirati mikroelektronske sisteme na visokem hierarhičnem nivoju z uporabo različnih načrtovalskih jezikov in orodji (Matlab, Verilog-AMS), • Uporabiti realizirane module pri gradnji mikroelektronskih sistemov, • Uporabiti moderna načrtovalska orodja za načrtovanje in simulacijo preprostih mikroelektronskih sistemov na visokem nivoju abstrakcije, • Vrednotenje simulacijskih rezultatov ter primerjava rezultatov in specifikacij, • Vrednotenje vpliva parazitnih pojavov na parametre mikroelektronskega sistema, • Poznavanje konceptov testabilnosti.	After successful completion of the course, the students should be able to: • Use basic theorems of sampling, quantization, ztransformation etc. for analysis, synthesis and design of microelectronic system. • Understanding complex specifications. • Design of simple mixed signal analog/digital circuits and systems in CMOS technology. • Modeling of microelectronic system on high hierarchical level using tools (Matlab, VerilogAMS). • Use of existing modules to build the microelectronic system. • Use of modern CAD tools for design, simulations and analysis of simple microelectronic system on a high hierarchical level. • Evaluation of simulation results and comparison to the specifications. • Evaluation of the influence of parasitic elements to the parameters of the microelectronic system. • Understanding the testability concepts

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
a) Predavanja na katerih se študentje seznanijo z osnovnimi teoretičnimi koncepti, metodami, gradniki in integracijo Mikroelektronskih sistemov. V okviru predavanj se teoretični temelji podkrepijo z računskimi primeri. Nadgradnja so vabljena predavanja priznanih strokovnjakov iz univerz in-ali industrije. V času predavanj skupina študentov predstavi seminarsko nalogo iz tematike. b) Laboratorijske vaje, kjer se študentje seznanijo s praktičnim pristopom pri načrtovanju preprostega	Lectures to learn the basic theoretical concepts, methods and building blocks and the integration of microelectronic systems. The lectures will include solving selected problems. In addition, invited lectures will take place if possible. During lecture time, each student will present the seminar work according to the selected theme. Laboratory work will consist of practical work related to the design of microelectronic system modelling and simulation using Matlab/Simulink.

Mikroelektronskega sistema in uporabo modernih visoko-nivojskih načrtovalskih orodji (Matlab/Simulink).	

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Ocena 5 je negativne Ocene 6-10 so pozitivne Pozitivna ocena lab. vaj je pogoj za pristop k pisnemu izpitu Pisni izpit, ustno izpraševanje Laboratorijske vaje domače naloge, projekt		Grade 5 is negative Grades 6-10 are positive Positive grade of Laboratory exercises is a prerequisite for the admission to the written exam Written and oral exam, Laboratory exercises Home works, the project
Pisni izpit, ustno izpraševanje	60,00 %	Written and oral exam
Laboratorijske vaje	25,00 %	Laboratory exercises
domače naloge, projekt	15,00 %	Home works, the project

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. STRLE, Drago, NAHTIGAL, Uroš, BATISTELL, Graciele, ZHANG, Vincent Chi, OFNER, Erwin, FANT, Andrea, STURM, Johannes. Integrated high resolution digital color light sensor in 130 nm CMOS technology. *Sensors*, ISSN 1424-8220, Jul. 2015, vol. 15, no. 7, pp. 17786-17807.
2. STRLE, Drago, ŠTEFANE, Bogdan, NAHTIGAL, Uroš, ZUPANIČ, Erik, POŽGAN, Franc, KVASIĆ, Ivan, MAČEK, Marijan, TRONTELJ, Janez, MUŠEVIČ, Igor. Surface-functionalized COMB capacitive sensors and CMOS electronics for vapor trace detection of explosives. *IEEE sensors journal*, ISSN 1530-437X. May 2012, vol. 12, no. 5, pp. 1048-1057.
3. STRLE, Drago, TRONTELJ, Janez. On self-aware mixed-signal systems based on [sigma]-[delta] ADC. *International journal of embedded and real-time communication systems*, ISSN 1947-3176, Apr.-Jun. 2012, vol. 3, no. 2, pp. 92-110.
4. GREGOROVIČ, Alan, APIH, Tomaž, KVASIĆ, Ivan, LUŽNIK, Janko, PIRNAT, Janez, TRONTELJ, Zvonko, STRLE, Drago, MUŠEVIČ, Igor. Capacitor-based detection of nuclear magnetization: Nuclear quadrupole resonance of surfaces. *Journal of magnetic resonance*, ISSN 1090-7807, 2011, vol. 209, no. 1, pp. 79-82.
5. STRLE, Drago, KEMPE, Volker. MEMS-based inertial systems. *Informacije MIDEM*, ISSN 0352-9045, Dec. 2007, year. 37, no. 4, pp. 199-209.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Mobilnost in internet stvari
Course title:	Mobility and Internet of things

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64271E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Janez Bešter, Urban Sedlar

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni- strokovni/compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Značilnosti mobilnih sistemov (razpoložljiv radijski spekter, pokrivanje s celicami, kapaciteta radijskega kanala, upravljanje mobilnosti). Komercialna mobilna omrežja 2G, 3G in 4G (arhitekture omrežij, posebnosti sodostopa, razvoj jedra, vzpostavljanje povezav, zagotavljanje varnosti). Potrebe interneta stvari po povezljivosti (razvoj mobilnih omrežij v smeri IoT, posebnosti komunikacije IoT, omrežja LTE-M, SigFox, LoRa primeri). Komunikacijska omrežja za kritično infrastrukturo (namenska omrežja nacionalnega pomena brez prekinitev). Lokalna brezžična omrežja WLAN (različice 802.11b/g/n/ac/ad, načrtovanje in upravljanje omrežij, zagotavljanje QoS in varnosti). Brezžična senzorska omrežja na kratke razdalje (Bluetooth, ZigBee, RFID, NFC in druga). Storitvena področja interneta stvari (pametna mesta, inteligentne stavbe, lokacijske storitve, cestna telematika, zdravstvo, energetika).	Characteristics of mobile systems (available radio spectrum, cellular coverage, radio channel capacity, mobility management). Commercial mobile networks 2G, 3G and 4G (network architectures, multiple access, core evolution, connection establishment, security). Internet of things connectivity issues (evolution of mobile technologies towards IoT, IoT communication requirements, LTE-M, SigFox, LoRa examples). Critical communications infrastructure (special networks of national importance with high availability). Wireless local area networks WiFi (overview of 802.11b/g/n/ac/ad, planning and management, QoS and security). Short range wireless sensor networks (Bluetooth, ZigBee, RFID, NFC, proprietary). Internet of things applications and services (smart cities, intelligent buildings, location services, road telematics, health services, smart grids).

Temeljna literatura in viri/Readings:

Sauter, M., From GSM to LTE-Advanced: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband, John Wiley & Sons, Chichester, 2014

2. Chilamkurti, N., Next-Generation Wireless Technologies: 4G and Beyond, Springer-Verlag London, 2013

3. Gratton, D. A., The Handbook of Personal Area Networking Technologies and Protocols, Cambridge University Press, New York, 2013

4. Balani, N., Enterprise IoT: A Definitive Handbook, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015
5. Članki, objavljenih v revijah, npr. / Articles published in magazines, i.e.: IEEE Communications Surveys & Tutorials, http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentu podati sistematičen pregled mobilnih tehnologij ter pripadajočih storitev s področja interneta stvari s poudarkom na razumevanju značilnosti, temeljih delovanja ter razvojnih možnostih. Primeren je za zainteresirane študente vseh smeri.	The objective of the course is to give the students a systematic overview of mobile technologies and their role in the Internet of things scenarios with emphasis on understanding of characteristics, operation principles and development activities. The course is suitable for all interested students not regarding study field.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študentje zmožni: - razložiti delovanje mobilnih, lokalnih in osebnih brezžičnih omrežij - opisati osnovne koncepte storitev na področjih interneta stvari - preučiti potrebe storitev po komunikacijah - izbrati komunikacijske tehnologije na področjih interneta stvari - načrtovati storitvene arhitekture za področje interneta stvari - zasnovati enostavne storitve z upoštevanjem potrebnih gradnikov	After successful completion of the course, students should be able to: - explain the operation of mobile, local and personal wireless networks - describe the basic concepts of services in the fields of the Internet of Things - study the requirements of communication services - choose communication technologies in the fields of the Internet of Things - plan service architectures for the Internet of Things - design simple services, taking into account the necessary building blocks

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. E-izobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.	Lectures for the provisoning of theoretical aspects and laboratory practices with real-case scenarios and solving the problems through team project work. Elearning. Study visits and invited lecturers.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Uspešna izvedba 80% laboratorijskih vaj je predpogoj za prijavo na pisni izpit. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: written exam, oral exam. Negative grades: from 1 to 5, positive grades: from 6 to 10. Successful completion of at least 80% of the laboratory exercises is prerequisite for the written exam. Contributions to final grade: written exam oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. 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
2. KOS, Andrej, SEDLAR, Urban, KORŠIČ, Luka, VOLK, Mojca, BEŠTER, Janez. Taktična komunikacijska omrežja prihodnosti. V: Trideseta delavnica o telekomunikacijah, 1 in 13. maj 2014, Brdo pri Kranju, Slovenija. SIMIČ, Nikolaj (ur.). Omrežja prihodnosti : zbornik referatov, (VITEL, ISSN 1581-6737). Ljubljana: Elektrotehniška zveza Slovenije, 2014, f. 22-26, ilustr.
3. VODOPIVEC, Samo, BEŠTER, Janez, KOS, Andrej. A multihoming clustering algorithm for vehicular ad hoc networks. International journal of distributed sensor networks, ISSN 1550-1477. [Online ed.], 2014, vol. 2014, str. 1-8, http://www.hindawi.com/journals/ijdsn/2014/107085/, doi: 10.1155/2014/107085.]

4. UMBERGER, Mark, HUMAR, Iztok, KOS, Andrej, GUNA, Jože, ŽEMVA, Andrej, BEŠTER, Janez. The integration of home-automation and IPTV system and services. Computer standards & interfaces, ISSN 0920-5489. [Print ed.], Jun. 2009, vol. 31, no. 4, str. 675-68
5. 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.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul A: Identifikacija
Course title:	Module A: Identification

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64259E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Sašo Blažič
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Vrste analize procesov in definicije, delitev postopkov, analiza uporabljenih signalov (vzbujevalnih in motilnih), področja uporabe. Enostavne metode: - Strejceva metoda odziva na stopničasto vzbujanje, - Åströmova metoda z relejem v povratni zanki, - Metoda s prilagajanjem modela. Metoda najmanjših kvadratov, regresijske metode, pristranskost in konsistenca ocen. Ocenjevanje parametrov dinamičnih modelov, parametriranje modelov, metoda razširjenih najmanjših kvadratov, metoda pomožnih spremenljivk, rekurzivne verzije metod, prilagoditev metod za časovno spremenljive procese – metoda uteženih najmanjših kvadratov in eksponentno pozabljanje, neznane ustaljene vrednosti, numerični problemi. Identifikacija neparametričnih modelov, analize frekvenčnega odziva, metode Fourierove, korelacijske in spektralne analize. Identifikacija nestabilnih modelov in identifikacija v zaprti zanki, identifikabilnost parametričnih in neparametričnih modelov. Identifikacija z razpoznavanjem vzorcev. Praktični vidiki, izbira časa vzorčenja, predhodna obdelava signalov, izbira modela, preskus njegove veljavnosti in izbira strukture, časovne zakasnitve, robustnost, izbira metode.	System analysis classification, algorithm division, signal analysis (excitation and disturbance signals), the area of use. Simple methods: - Strejc method (based on a step response), - Åström method with a relay in a closed-loop, - model adaptation method. Least squares method, regression method, bias and consistency of estimates. Dynamical model parameter estimation, model parameterisation, extended least squares method, instrumental variables method, recursive versions of least squares, the adaptation for time varying systems – weighted least squares and exponential forgetting, the influence of unknown steady states, numerical problems. Identification of non-parametric models (frequency response analysis, Fourier analysis, correlation analysis, spectral analysis). Identification of unstable models and closed-loop identification, identifiability of parametric and non-parametric models. Identification with pattern recognition. Practical aspects of identification, sampling time selection, signal pre-processing, model choice, the test of model validity and its structure, the issue of time delays, robustness, the choice of an appropriate method.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Karel J. Keesman, System Identification, An Introduction, Springer, 2013.
2. Rolf Isermann, Marco Münchhof, Identification of Dynamic Systems, An Introduction with Applications Springer, 2011.
3. Drago Matko, Identifikacije, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1998.
4. Sašo Blažič, Drago Matko, Identifikacija, skripta, 2013.
5. Sašo Blažič, Identifikacije, Zbirka rešenih nalog, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2007.
6. Lennart Ljung, System identification, Prentice Hall, 1999.
7. Torsten Söderström, Petre Stoica, System identification, Prentice Hall, 1994.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
• prikazati področje identifikacije sistemov, predvsem dinamičnih, • izpostaviti problem pristranskosti metod identifikacije v primeru neupoštevanja zunanjih pogojev in/ali neustreznega izbora parametrov metode, • podati metodo najmanjših kvadratov in prikazati njeno uporabnost na različnih področjih, • prikazati uporabnost metod za ocenjevanje parametrov dinamičnih sistemov, • podati metode identifikacije neparametričnih modelov, • prikazati probleme identifikacije nestabilnih sistemov in probleme identifikabilnosti v zaprti zanki, • seznaniti slušatelje s praktičnimi problemi identifikacije.	• To present the area of system identification, especially in relation to dynamical systems. • To expose the problem of biased identification results in case of ignoring external conditions and/or inappropriate choice of parameters. • To present the least squares method and show its applicability in different areas. • To show the applicability of parameter estimation methods for dynamical systems. • To present the methods of non-parametric model identification. • To expose the problems of identification of unstable systems and the problems of identifiability in a closed loop. • To introduce the practical problems of identification.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - klasificirati parametrične in neparametrične metode za identifikacijo dinamičnih sistemov, - uporabiti metodo najmanjših kvadratov za reševanje predoločenih sistemov enačb, - oceniti strukturo modela dinamičnega procesa, - uporabiti ustrezno identifikacijsko metodo za modeliranje dinamičnega sistema, - vrednotiti identificirani matematični model, - razumeti vpliv motenj v procesu identifikacije.	After successful completion of the course, students should be able to: - classify parametric and non-parametric methods for identification of dynamical systems, - use the least squares estimation method for solving an overdetermined system of equations, - determine the model structure of a dynamic process, - use an appropriate identification method for modelling a dynamical system, - validate the identified mathematical model, - understand the influence of disturbances in the process of identification.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
predavanja in laboratorijske vaje	Lectures and laboratory work

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminar, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: ocena laboratorijskih vaj seminar ustno izpraševanje		Type: laboratory exercises, seminar, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory work assessment seminar oral examination
ocena laboratorijskih vaj	25,00 %	laboratory work assessment
seminar	40,00 %	seminar

ustno izpraševanje	35,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BLAŽIČ, Sašo, MATKO, Drago, Identifikacija, skripta, 2013.
2. BLAŽIČ, Sašo, DOVŽAN, Dejan, ŠKRJANC, Igor. Cloud-based identification of an evolving system with supervisory mechanisms. V: The 2014 IEEE Control Systems Society Multiconference on Systems and Control : Nice/Antibes, France, October 8-10, 2014. Piscataway: IEEE, cop. 2014, str. 1906-1911.
3. BLAŽIČ, Sašo, ŠKRJANC, Igor, GERKŠIČ, Samo, DOLANC, Gregor, STRMČNIK, Stanko, HADJISKI, Mincho B., STATHAKI, Anna. Online fuzzy identification for an intelligent controller based on a simple platform. Eng. appl. artif. intell., Jun. 2009, vol. 22, no. 4/5, str. 628-638.
4. ŠKRJANC, Igor, BLAŽIČ, Sašo, AGAMENNONI, Osvaldo. Identification of dynamical systems with a robust interval fuzzy model. Automatica, 2005, vol. 41, str. 327-332.
5. BLAŽIČ, Sašo. Nekatere težave pri identifikaciji vzorčenih sistemov in pretvorbi identificiranih modelov v zvezni prostor. Elektrotehniški vestnik., 2006, letn. 73, št. 4, str. 195-200.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul A: Identifikacija
Course title:	Module A: Identification

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64259

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Sašo Blažič
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Vrste analize procesov in definicije, delitev postopkov, analiza uporabljenih signalov (vzbujevalnih in motilnih), področja uporabe. Enostavne metode: - Strejceva metoda odziva na stopničasto vzbujanje, - Åströmova metoda z relejem v povratni zanki, - Metoda s prilagajanjem modela. Metoda najmanjših kvadratov, regresijske metode, pristranskost in konsistenca ocen. Ocenjevanje parametrov dinamičnih modelov, parametriranje modelov, metoda razširjenih najmanjših kvadratov, metoda pomožnih spremenljivk, rekurzivne verzije metod, prilagoditev metod za časovno spremenljive procese – metoda uteženih najmanjših kvadratov in eksponentno pozabljanje, neznane ustaljene vrednosti, numerični problemi. Identifikacija neparametričnih modelov, analize frekvenčnega odziva, metode Fourierove, korelacijske in spektralne analize. Identifikacija nestabilnih modelov in identifikacija v zaprti zanki, identifikabilnost parametričnih in neparametričnih modelov. Identifikacija z razpoznavanjem vzorcev. Praktični vidiki, izbira časa vzorčenja, predhodna obdelava signalov, izbira modela, preskus njegove veljavnosti in izbira strukture, časovne zakasnitve, robustnost, izbira metode.	System analysis classification, algorithm division, signal analysis (excitation and disturbance signals), the area of use. Simple methods: - Strejc method (based on a step response), - Åström method with a relay in a closed-loop, - model adaptation method. Least squares method, regression method, bias and consistency of estimates. Dynamical model parameter estimation, model parameterisation, extended least squares method, instrumental variables method, recursive versions of least squares, the adaptation for time varying systems – weighted least squares and exponential forgetting, the influence of unknown steady states, numerical problems. Identification of non-parametric models (frequency response analysis, Fourier analysis, correlation analysis, spectral analysis). Identification of unstable models and closed-loop identification, identifiability of parametric and non-parametric models. Identification with pattern recognition. Practical aspects of identification, sampling time selection, signal pre-processing, model choice, the test of model validity and its structure, the issue of time delays, robustness, the choice of an appropriate method.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Karel J. Keesman, System Identification, An Introduction, Springer, 2013.
2. Rolf Isermann, Marco Münchhof, Identification of Dynamic Systems, An Introduction with Applications Springer, 2011.
3. Drago Matko, Identifikacije, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1998.
4. Sašo Blažič, Drago Matko, Identifikacija, skripta, 2013.
5. Sašo Blažič, Identifikacije, Zbirka rešenih nalog, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2007.
6. Lennart Ljung, System identification, Prentice Hall, 1999.
7. Torsten Söderström, Petre Stoica, System identification, Prentice Hall, 1994.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
• prikazati področje identifikacije sistemov, predvsem dinamičnih, • izpostaviti problem pristranskosti metod identifikacije v primeru neupoštevanja zunanjih pogojev in/ali neustreznega izbora parametrov metode, • podati metodo najmanjših kvadratov in prikazati njeno uporabnost na različnih področjih, • prikazati uporabnost metod za ocenjevanje parametrov dinamičnih sistemov, • podati metode identifikacije neparametričnih modelov, • prikazati probleme identifikacije nestabilnih sistemov in probleme identifikabilnosti v zaprti zanki, • seznaniti slušatelje s praktičnimi problemi identifikacije.	• To present the area of system identification, especially in relation to dynamical systems. • To expose the problem of biased identification results in case of ignoring external conditions and/or inappropriate choice of parameters. • To present the least squares method and show its applicability in different areas. • To show the applicability of parameter estimation methods for dynamical systems. • To present the methods of non-parametric model identification. • To expose the problems of identification of unstable systems and the problems of identifiability in a closed loop. • To introduce the practical problems of identification.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - klasificirati parametrične in neparametrične metode za identifikacijo dinamičnih sistemov, - uporabiti metodo najmanjših kvadratov za reševanje predoločenih sistemov enačb, - oceniti strukturo modela dinamičnega procesa, - uporabiti ustrezno identifikacijsko metodo za modeliranje dinamičnega sistema, - vrednotiti identificirani matematični model, - razumeti vpliv motenj v procesu identifikacije.	After successful completion of the course, students should be able to: - classify parametric and non-parametric methods for identification of dynamical systems, - use the least squares estimation method for solving an overdetermined system of equations, - determine the model structure of a dynamic process, - use an appropriate identification method for modelling a dynamical system, - validate the identified mathematical model, - understand the influence of disturbances in the process of identification.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
predavanja in laboratorijske vaje	Lectures and laboratory work

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminar, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: ocena laboratorijskih vaj seminar ustno izpraševanje		Type: laboratory exercises, seminar, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory work assessment seminar oral examination
ocena laboratorijskih vaj	25,00 %	laboratory work assessment
seminar	40,00 %	seminar

ustno izpraševanje	35,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BLAŽIČ, Sašo, MATKO, Drago, Identifikacija, skripta, 2013.
2. BLAŽIČ, Sašo, DOVŽAN, Dejan, ŠKRJANC, Igor. Cloud-based identification of an evolving system with supervisory mechanisms. V: The 2014 IEEE Control Systems Society Multiconference on Systems and Control : Nice/Antibes, France, October 8-10, 2014. Piscataway: IEEE, cop. 2014, str. 1906-1911.
3. BLAŽIČ, Sašo, ŠKRJANC, Igor, GERKŠIČ, Samo, DOLANC, Gregor, STRMČNIK, Stanko, HADJISKI, Mincho B., STATHAKI, Anna. Online fuzzy identification for an intelligent controller based on a simple platform. Eng. appl. artif. intell., Jun. 2009, vol. 22, no. 4/5, str. 628-638.
4. ŠKRJANC, Igor, BLAŽIČ, Sašo, AGAMENNONI, Osvaldo. Identification of dynamical systems with a robust interval fuzzy model. Automatica, 2005, vol. 41, str. 327-332.
5. BLAŽIČ, Sašo. Nekatere težave pri identifikaciji vzorčenih sistemov in pretvorbi identificiranih modelov v zvezni prostor. Elektrotehniški vestnik., 2006, letn. 73, št. 4, str. 195-200.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul A: Inteligentni sistemi za podporo odločanju
Course title:	Module A: Intelligent systems in decision support

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64258E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Igor Škrjanc
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-strokovni /Elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
• Vpis v letnik. • Osnovno znanje uporabne matematike (vektorji in matrike, lastni vektorji in lastne vrednosti, linearna algebra). • Osnovna znanja teorije vodenja.	• Enrolment in the year of the course. • Basic knowledge of applied mathematics (vectors and matrices, eigenvectors and eigenvalues, some linear algebra). • Basics of control theory.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
• Uvod v inteligentne sisteme. Prikaz inteligentnih sistemov v raziskovanju podatkov, modeliranju, razvrščanju v biomedicini, razpoznavanju, vodenju in detekciji napak. • Osnovne metode nelinearne lokalne optimizacije, s poudarkom na metodah, ki so uporabne v učenju v inteligentnih sistemih in metode nelinearne globalne optimizacije. • Metode nelinearne globalne optimizacije s primeri: metoda ohlajanja, evolucijskih algoritmov, genetskih algoritmov, metoda delcev, metoda drevesnega iskanja. • Nenadzorovane metode učenja. Metoda glavnih komponent. Uporaba metode glavnih komponent pri identifikaciji, filtriranju, vodenju in detekciji napak. • Metode rojenja. Metode mehkega rojenja: metoda mehkih c-povprečij, metod Gustafson-Kessel, metoda možnih c-povprečij, metoda regresijskega rojenja. • Optimizacija kompleksnosti modelov. Verifikacija in validacija modelov. Eksplicitna in implicitna optimizacija strukture modela.	• Introduction to intelligent systems. Intelligent systems in data-mining, classification and fault detection. • Basic methods of local nonlinear optimization used in intelligent systems and global nonlinear optimization methods for model identification. • Methods of global nonlinear optimization: simulated annealing, evolutionary algorithms, particle swarm optimization, genetic algorithms, branch and bound algorithms. • Unsupervised learning methods. Principle component analysis. PCA in identification, data filtering, control and fault detection. • Data clustering. Methods of clustering: fuzzy c-means, Gustafon-Kessel fuzzy c-means, possibilistic c-means clustering, method of regression clustering. • Optimization of complex models. Verification and validation of models. Explicit and implicit optimization of model structure. • Static models. Model based on basis function formulation. Polynomial models.

• Statični modeli. Formulacija na osnovi baznih funkcij. Polinomski modeli. • Nevronske mreže. Večplastni perceptron. Gaussove nevronske mreže in aproksimacija funkcij. • Mehki in nevro-mehki modeli. Mehka logika. Tipi mehkih sistemov. Učenje nevro-mehkih sistemov. Ocenjevanje izhodnih parametrov mehkih modelov. Globalna in lokalna estimacija. Različni tipi mehkih regulatorjev. • Nelinearni dinamični sistemi. Klasični polinomski modeli v nelinearnem modeliranju. Dinamični mehki in nevronski modeli. • Intervalni mehki modeli in družine funkcij. • Nadzorovano hierarhično rojenje pri načrtovanju eksperimentov. • Vodenje nelinearnih dinamičnih sistemov. Vodenje z razvrščanjem ojačenj. • Vodenje z nelinearnim internim modelov. Vodenje z regulatorjem dveh prostostnih stopenj. • Nelinearno prediktivno vodenje na osnovi modela. Prediktivno funkcijsko vodenje (PFC) in njegova uporaba na mehkih modelih. • Prediktivno vodenje na osnovi dinamične matrike (DMC). Prediktivno vodenja na osnovi odziva na stopnico. Prediktivno vodenje na osnovi modela v prostoru stanj. • Prediktivno vodenje na osnovi nelinearnega modela in optimizacija. • Adaptivno vodenje in prilagajanje modela. Robustna modifikacija adaptivnih pravil. Modelno-referenčni adaptivni sistemi. Mehki modelno-referenčni adaptivni sistemi. • Odkrivanje in diagnosticiranje napak na osnovi inteligentnih sistemov.	• Neural networks. Multilayer perceptron network. Radial basis function networks in function approximation. • Fuzzy and neuro-fuzzy models. Fuzzy logic. Types of fuzzy models. Estimation of fuzzy model parameter. Global and local estimation. Different structures of fuzzy controllers. • Nonlinear dynamical systems. Classical polynomial models in nonlinear modelling. Identification of dynamical fuzzy and neuro-fuzzy models. • Interval fuzzy model and families of functions. • Supervised hierarchical clustering in experiment design. • Control of nonlinear dynamical systems. Gain scheduling control algorithm. • Internal nonlinear model control algorithm. 2DOF control algorithm. • Nonlinear model based control. Predictive functional control (PFC) and fuzzy model based predictive functional control. • Predictive control based on dynamical matrix (DMC). Predictive control based on step response. Predictive control based on state-space model. • Predictive control based on nonlinear model and optimization. • Adaptive control and online adaptation. Robust adaptive laws. Model-reference adaptive systems. Fuzzy model-reference adaptive systems. • Monitoring, fault detection and isolation based on intelligent systems.

Temeljna literatura in viri/Readings:

I. Škrjanc: Inteligentni sistemi pri raziskovanju podatkov in odločanju, skripta, 2016.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Seznaniti študenta z osnovnimi matematičnimi in računalniškimi načeli izgradnje inteligentnih sistemov za pomoč pri odločanju v sodobnih sistemih.	To provide students with an understanding of the basic mathematical and computational principles of constructing artificial perception systems, which are an essential part of intelligent systems in automation and control.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Po zaključku tega predmeta bo študent zmožen izkazati znanje in razumevanje: • gradnje inteligentnih sistemov za podporo odločanju in vodenje, • identifikacije statičnih in dinamičnih modelov z metodami umetne inteligenca, • gradnja naprednih sistemov vodenja na osnovi inteligentnih sistemov. Uporaba znanja:	Knowledge and understanding: After completing this course the student will be able to demonstrate a knowledge and understanding of the: • construction of intelligent systems for decision support and control , • identification of static and dynamic models based on intelligent methods, • construction of advanced control systems based on intelligent systems. The use of knowledge:

Pridobljeno znanje bo študent lahko uporabil pri gradnji modelov za spremljanje, nadzor, napovedovanje, analizo, vodenje in detekcijo in diagnostiko napak. Študent bo zmožen kritično ovrednotiti skladnost med pridobljenim znanjem ter uporabo konceptov v praktičnih primerih. Prenosljive spretnosti: Študent si bo pridobil spretnosti: • uporabe literature ter drugih virov s področja inteligentnih sistemov pri raziskovanju podatkov. • uporaba računalniških razvojnih orodij in okolij za programiranje (pisanje programov programskem okolju Matlab), • reševanja problemov: analiza problema, načrtovanje algoritma, implementacija programa in testiranje programa.	The student will be able to use the acquired knowledge to construct technical systems for monitoring, forecasting, analysis, control and fault detection. The student will be able to critically evaluate the consistency between the acquired knowledge and the application in practice. Transferable skills: • the use of literature and other resources in the fields of pattern recognition, machine learning and artificial intelligence; • the use of development tools and environments for computer programming (writing computer or using the Matlab development environment), problem solving: problem analysis, algorithm design, implementation and testing of a program.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
• predavanja, • laboratorijske vaje in projekti, • reševanje domačih nalog.	• lectures, • laboratory exercises and projects, • coursework.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: domače naloge, 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 izpitu. • domače naloge, • laboratorijske vaje in projekt, • pisni izpit, • ustni izpit.		Type: coursework, laboratory exercises, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam • coursework, • laboratory exercises and project, • written exam, • oral examination.
domače naloge	10,00 %	coursework
laboratorijske vaje in projekt	50,00 %	laboratory exercises and project
pisni izpit	0,00 %	written exam
ustni izpit	40,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

Izvirni znanstveni članek / Original scientific article

1. ŠKRJANC, Igor. Evolving fuzzy-model-based design of experiments with supervised hierarchical clustering. IEEE transactions on fuzzy systems, ISSN 1063-6706. [Print ed.], 2014, vol. , no. , str. 1-12.
2. ŠKRJANC, Igor. Fuzzy confidence interval for pH titration curve. Applied mathematical modelling, ISSN 0307-904X. [Print ed.], Aug. 2011, vol. 35, no. 8, str. 4083-4090.
3. HARTMANN, Benjamin, BÄNFER, Oliver, NELLES, Oliver, SODJA, Anton, TESLIĆ, Luka, ŠKRJANC, Igor. Supervised hierarchical clustering in fuzzy model identification. *IEEE transactions on fuzzy systems*, ISSN 1063-6706. [Print ed.], Dec. 2011, vol. 19, no. 6, str. 1163-1176.
4. BELIČ, Aleš, ŠKRJANC, Igor, ZUPANČIČ-BOŽIČ, Damjana, VREČER, Franc. Tableting process optimisation with the application of fuzzy models. *International journal of pharmaceutics*, ISSN 0378-5173. [Print ed.], Apr. 2010, vol. 389, no. 1/2, str. 86-93.
5. ŠKRJANC, Igor. Confidence interval of fuzzy models : an example using a waste-water treatment plant. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, ISSN 0169-7439. [Print ed.], Apr. 2009, vol. 96, no. 2, str. 182-187.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul A: Inteligentni sistemi za podporo odločanju
Course title:	Module A: Intelligent systems in decision support

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64258

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Igor Škrjanc
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-strokovni /Elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
• Vpis v letnik. • Osnovno znanje uporabne matematike (vektorji in matrike, lastni vektorji in lastne vrednosti, linearna algebra). • Osnovna znanja teorije vodenja.	• Enrolment in the year of the course. • Basic knowledge of applied mathematics (vectors and matrices, eigenvectors and eigenvalues, some linear algebra). • Basics of control theory.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
• Uvod v inteligentne sisteme. Prikaz inteligentnih sistemov v raziskovanju podatkov, modeliranju, razvrščanju v biomedicini, razpoznavanju, vodenju in detekciji napak. • Osnovne metode nelinearne lokalne optimizacije, s poudarkom na metodah, ki so uporabne v učenju v inteligentnih sistemih in metode nelinearne globalne optimizacije. • Metode nelinearne globalne optimizacije s primeri: metoda ohlajanja, evolucijskih algoritmov, genetskih algoritmov, metoda delcev, metoda drevesnega iskanja. • Nenadzorovane metode učenja. Metoda glavnih komponent. Uporaba metode glavnih komponent pri identifikaciji, filtriranju, vodenju in detekciji napak. • Metode rojenja. Metode mehkega rojenja: metoda mehkih c-povprečij, metod Gustafson-Kessel, metoda možnih c-povprečij, metoda regresijskega rojenja. • Optimizacija kompleksnosti modelov. Verifikacija in validacija modelov. Eksplicitna in implicitna optimizacija strukture modela.	• Introduction to intelligent systems. Intelligent systems in data-mining, classification and fault detection. • Basic methods of local nonlinear optimization used in intelligent systems and global nonlinear optimization methods for model identification. • Methods of global nonlinear optimization: simulated annealing, evolutionary algorithms, particle swarm optimization, genetic algorithms, branch and bound algorithms. • Unsupervised learning methods. Principle component analysis. PCA in identification, data filtering, control and fault detection. • Data clustering. Methods of clustering: fuzzy c-means, Gustafon-Kessel fuzzy c-means, possibilistic c-means clustering, method of regression clustering. • Optimization of complex models. Verification and validation of models. Explicit and implicit optimization of model structure. • Static models. Model based on basis function formulation. Polynomial models.

• Statični modeli. Formulacija na osnovi baznih funkcij. Polinomski modeli. • Nevronske mreže. Večplastni perceptron. Gaussove nevronske mreže in aproksimacija funkcij. • Mehki in nevro-mehki modeli. Mehka logika. Tipi mehkih sistemov. Učenje nevro-mehkih sistemov. Ocenjevanje izhodnih parametrov mehkih modelov. Globalna in lokalna estimacija. Različni tipi mehkih regulatorjev. • Nelinearni dinamični sistemi. Klasični polinomski modeli v nelinearnem modeliranju. Dinamični mehki in nevronski modeli. • Intervalni mehki modeli in družine funkcij. • Nadzorovano hierarhično rojenje pri načrtovanju eksperimentov. • Vodenje nelinearnih dinamičnih sistemov. Vodenje z razvrščanjem ojačenj. • Vodenje z nelinearnim internim modelov. Vodenje z regulatorjem dveh prostostnih stopenj. • Nelinearno prediktivno vodenje na osnovi modela. Prediktivno funkcijsko vodenje (PFC) in njegova uporaba na mehkih modelih. • Prediktivno vodenje na osnovi dinamične matrike (DMC). Prediktivno vodenja na osnovi odziva na stopnico. Prediktivno vodenje na osnovi modela v prostoru stanj. • Prediktivno vodenje na osnovi nelinearnega modela in optimizacija. • Adaptivno vodenje in prilagajanje modela. Robustna modifikacija adaptivnih pravil. Modelno-referenčni adaptivni sistemi. Mehki modelno-referenčni adaptivni sistemi. • Odkrivanje in diagnosticiranje napak na osnovi inteligentnih sistemov.	• Neural networks. Multilayer perceptron network. Radial basis function networks in function approximation. • Fuzzy and neuro-fuzzy models. Fuzzy logic. Types of fuzzy models. Estimation of fuzzy model parameter. Global and local estimation. Different structures of fuzzy controllers. • Nonlinear dynamical systems. Classical polynomial models in nonlinear modelling. Identification of dynamical fuzzy and neuro-fuzzy models. • Interval fuzzy model and families of functions. • Supervised hierarchical clustering in experiment design. • Control of nonlinear dynamical systems. Gain scheduling control algorithm. • Internal nonlinear model control algorithm. 2DOF control algorithm. • Nonlinear model based control. Predictive functional control (PFC) and fuzzy model based predictive functional control. • Predictive control based on dynamical matrix (DMC). Predictive control based on step response. Predictive control based on state-space model. • Predictive control based on nonlinear model and optimization. • Adaptive control and online adaptation. Robust adaptive laws. Model-reference adaptive systems. Fuzzy model-reference adaptive systems. • Monitoring, fault detection and isolation based on intelligent systems.

Temeljna literatura in viri/Readings:

I. Škrjanc: Inteligentni sistemi pri raziskovanju podatkov in odločanju, skripta, 2016.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Seznaniti študenta z osnovnimi matematičnimi in računalniškimi načeli izgradnje inteligentnih sistemov za pomoč pri odločanju v sodobnih sistemih.	To provide students with an understanding of the basic mathematical and computational principles of constructing artificial perception systems, which are an essential part of intelligent systems in automation and control.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Po zaključku tega predmeta bo študent zmožen izkazati znanje in razumevanje: • gradnje inteligentnih sistemov za podporo odločanju in vodenje, • identifikacije statičnih in dinamičnih modelov z metodami umetne inteligenca, • gradnja naprednih sistemov vodenja na osnovi inteligentnih sistemov. Uporaba znanja:	Knowledge and understanding: After completing this course the student will be able to demonstrate a knowledge and understanding of the: • construction of intelligent systems for decision support and control , • identification of static and dynamic models based on intelligent methods, • construction of advanced control systems based on intelligent systems. The use of knowledge:

Pridobljeno znanje bo študent lahko uporabil pri gradnji modelov za spremljanje, nadzor, napovedovanje, analizo, vodenje in detekcijo in diagnostiko napak. Študent bo zmožen kritično ovrednotiti skladnost med pridobljenim znanjem ter uporabo konceptov v praktičnih primerih. Prenosljive spretnosti: Študent si bo pridobil spretnosti: • uporabe literature ter drugih virov s področja inteligentnih sistemov pri raziskovanju podatkov. • uporaba računalniških razvojnih orodij in okolij za programiranje (pisanje programov programskem okolju Matlab), • reševanja problemov: analiza problema, načrtovanje algoritma, implementacija programa in testiranje programa.	The student will be able to use the acquired knowledge to construct technical systems for monitoring, forecasting, analysis, control and fault detection. The student will be able to critically evaluate the consistency between the acquired knowledge and the application in practice. Transferable skills: • the use of literature and other resources in the fields of pattern recognition, machine learning and artificial intelligence; • the use of development tools and environments for computer programming (writing computer or using the Matlab development environment), problem solving: problem analysis, algorithm design, implementation and testing of a program.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
• predavanja, • laboratorijske vaje in projekti, • reševanje domačih nalog.	• lectures, • laboratory exercises and projects, • coursework.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: domače naloge, 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 izpitu. • domače naloge, • laboratorijske vaje in projekt, • pisni izpit, • ustni izpit.		Type: coursework, laboratory exercises, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam • coursework, • laboratory exercises and project, • written exam, • oral examination.
domače naloge	10,00 %	coursework
laboratorijske vaje in projekt	50,00 %	laboratory exercises and project
pisni izpit	0,00 %	written exam
ustni izpit	40,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

Izvirni znanstveni članek / Original scientific article

1. ŠKRJANC, Igor. Evolving fuzzy-model-based design of experiments with supervised hierarchical clustering. IEEE transactions on fuzzy systems, ISSN 1063-6706. [Print ed.], 2014, vol. , no. , str. 1-12.
2. ŠKRJANC, Igor. Fuzzy confidence interval for pH titration curve. Applied mathematical modelling, ISSN 0307-904X. [Print ed.], Aug. 2011, vol. 35, no. 8, str. 4083-4090.
3. HARTMANN, Benjamin, BÄNFER, Oliver, NELLES, Oliver, SODJA, Anton, TESLIĆ, Luka, ŠKRJANC, Igor. Supervised hierarchical clustering in fuzzy model identification. *IEEE transactions on fuzzy systems*, ISSN 1063-6706. [Print ed.], Dec. 2011, vol. 19, no. 6, str. 1163-1176.
4. BELIČ, Aleš, ŠKRJANC, Igor, ZUPANČIČ-BOŽIČ, Damjana, VREČER, Franc. Tableting process optimisation with the application of fuzzy models. *International journal of pharmaceutics*, ISSN 0378-5173. [Print ed.], Apr. 2010, vol. 389, no. 1/2, str. 86-93.
5. ŠKRJANC, Igor. Confidence interval of fuzzy models : an example using a waste-water treatment plant. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, ISSN 0169-7439. [Print ed.], Apr. 2009, vol. 96, no. 2, str. 182-187.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul B: Evropska tehniška zakonodaja in infrastruktura
Course title:	Module B: European Technical Legislation and Infrastructure

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64260

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Gaber Begeš, Janko Drnovšek
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v osnove evropske tehniške infrastrukture in definicije; Direktive in zakonodaja (transpozicija, implementacija, sistem zakonodaje); Standardizacija (infrastruktura standardizacije, nastanek, vrste, obnavljanje, razumevanje standardov); Akreditacija (kot infrastruktura, priprava na akreditacijo, presojanje, korektivni ukrepi); Meroslovje (kot infrastruktura, umerjanje, preskušanje, zakonsko meroslovje); Ugotavljanje skladnosti (filozofija novega in globalnega pristopa, označevanju evropske skladnosti (CE) proizvodov z zahtevami standardov ter priprava celotne tehniške dokumentacije); Obravnava splošnih (infrastrukturnih) skupin standardov (smernice za dokumentacijo sistema vodenja kakovosti, ugotavljanje skladnosti, itd.); Presoja in certificiranje sistemov vodenja kakovosti; Evropska tehniška zakonodaja po področjih (proizvodnja, laboratoriji, storitve, okolje, varnost, zdravstvo, itd.) ter ključne EU tehniške direktive, varnost elektrotehniških proizvodov, nizko napetostna smernica LVD (low voltage directive), varnost medicinskih tehniških sistemov (osnove elektromagnetne kompatibilnosti - EMC v zdravstvu, načrtovanje naprav v skladu z EMC, EMC v bolnišnicah, elektromagnetne interferenca), itd.	Introduction to basics of European technical infrastructure and definitions; Directives and legislation (transposition, implementation, legislation system); Standardization (standardization infrastructure, how to develop a standard, types, renewal, standard understanding); Accreditation (infrastructure, preparations for accreditation, assessments, corrective actions); Metrology (infrastructure, calibration, testing, legal metrology); Conformity assessment (philosophy of new and global approach, CE marking of products, technical documentation for product); Discussing generic (infrastructural) groups of standards (directives for documentation for quality systems and conformity assessment, etc.); Assessment and quality management system certification; European technical legislation in different fields (production, laboratory, services, environment, safety, health, etc.) and important EU technical directives, safety of electrical products, LVD (Low Voltage Directive), safety of medical technical systems (basics of electromagnetic compatibility - EMC in health, development of products according to EMC, EMC in hospitals, electromagnetic interference), etc.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. 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/,http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/index_en.htm
2. Drnovšek, J.; Pušnik, I.; Bojkovski, J.; Begeš, G.; Kakovost sistemov. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko 2007
3. J.M.Juran, F.M.Gryna, Quality planning and analysis, Mc Graw-Hill ISBN 0-07-112992-8
   - European Union Council Directive 93/42/EEC of 14 June 1993 concerning medical devices (Medical Device Directive), Official Journal L 169
   - The Active Implantable Medical Devices Directive, (AIMDD) 90/385/EEC
   - In Vitro Diagnostic Directive, (IVD) 98/79/EC
4. Lou Chen: Quality Function Deployment, Addison Wesley Longman, 1995
5. A.J.Marlow: Quality control for Technical Documentation, Amazon, 2005
6. VIM - International Vocabulary of Terms in Legal Metrology (OIML, 2000)
7. Slovenski inštitut za standardizacijo: SIST EN 45020 - Standardizacija in z njo povezane dejavnosti - Splošni slovar, 2007

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj je naučiti in seznaniti študente s temeljnimi tehniškimi zahtevami v okviru evropske zakonodaje, ki omogočajo proizvodom in storitvam nastopanje na skupnem evropskem in globalnem trgu ter hkrati zagotavljajo njihov prost pretok v vseh smereh. Značilnost in namen evropske tehniške zakonodaje je omogočiti delovanje skupnega trga pod enakimi pogoji za vse članice, hkrati pa predstavlja zaščito pred tehniško neskladnimi proizvodi in storitvami. Znanja o evropski tehniški zakonodaji so nepogrešljiv del modernih inženirskih znanj v okviru "EU studies". Sem spada spoznavanje celotne infrastrukture na tehniškem področju, od standardizacije, akreditacije, meroslovja, sistema celovitega vodenja kakovosti, presoje in certificiranje sistemov za doseganje čim boljših uspehov. Študent pridobi znanje o zakonodaji, tehniških zahtevah in varnosti. Velik poudarek pa je tudi na okoljski problematiki vezani na kakovost. Študent osvoji tudi znanja o evropskih direktivah. Cilj predmeta je prikaz dejavnosti in postopkov, ki jih izvede proizvajalec, da lahko pritrdi na proizvod znak CE, oznako skladnosti z evropskimi direktivami. Na praktičnih primerih se utrdi teoretično znanje. Prikazana je EU praksa in povezava med zakonodajo, kakovostjo in zaščito potrošnika.	The aim of the course is to get acquainted with basic technical requirements concerning European legislation that enables products and services to be placed on the common European and global market and at the same time free transfer of goods in all directions. Characteristic and the aim of the European technical legislation is to enable effective common market under the same conditions for all member states and at the same time presents protection from technically non-conform products and services. Knowledge on European technical legislation is indispensable part of modern engineering knowledge in EU studies. This includes learning on whole technical infrastructure from standardization, accreditation, metrology, total quality systems, assessments and certification of systems for achieving the best success. Student gets knowledge on legislation, technical requirements safety and European directives. A great emphasis is also put on environmental problematic connected to quality. The aim of the subject is to present activities and procedures, that manufacturer need to follow to be able to put CE mark (European directives conformity safety mark) on the product. Theoretical knowledge is consolidated with practical examples. Presented is EU practice and connection between legislation, quality and consumer protection.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - koristiti domačo in tujo literaturo ter standarde, direktive, zakonske dokumente - interpretirati tehniške postopke - uporabiti tehniške dokumente v realnih projektih - interpretirati in ovrednotiti preskusne rezultate - analizirati probleme z različnimi metodami in jih strukturirano reševati s ciljem izboljšav - interpretirati temeljne principe EU tehniške zakonodaje v realnih razmerah	After successful completion of the course students should be able to: - use domestic and foreign literature, standards, directives and legal documents - interpret technical procedures - use technical documents in real projects - interpret and evaluate test results - analyze problems with different methods and address them structurally with the goal of improvement - interpret the fundamental principles of EU technical legislation in real conditions

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, laboratorijske vaje, seminarska naloga, ekskurzija	Lectures, exercises, seminar work, excursion

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: domače naloge in projekti, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena domačih nalog in projektov je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: domače naloge in projekti ustni izpit		Type: homework and project, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of homework and projects is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: homework and projects oral examination
domače naloge in projekti	50,00 %	homework and projects
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. DRNOVŠEK, Janko, BEGEŠ, Gaber. Evropska tehniška zakonodaja in infrastruktura : povzetek predavanj. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za metrologijo in kakovost, 2015. II, 97 str.
2. BEGEŠ, Gaber, DRNOVŠEK, Janko, OGOREVC, Jaka, BOJKOVSKI, Jovan. Influence of different temperature sensors on measuring energy efficiency and heating-up time of hobs. V: TEMPMEKO 2013 special issue 3 : selected papers of the 12th International Symposium on Temperature, Humidity, Moisture and Thermal Measurements in Industry and Science, (International journal of thermophysics, ISSN 0195-928X, vol. 36, no. 2/3, Mar. 2015)
3. BEGEŠ, Gaber, DRNOVŠEK, Janko. Implementation of international requirements when presenting research results. V: Proceedings of XX IMEKO World Congress : 9 (Sun) - 14 (Fri) September 2012, Bexco, Busan, Republic of Korea. [S. l.]: IMEKO, cop. 2012, str. 1-4.
4. DRNOVŠEK, Janko, PUŠNIK, Igor, BOJKOVSKI, Jovan, BEGEŠ, Gaber. Regional cooperation in proficiency testing : strategy planning and practical experiences in Western Balkan countries. Accreditation and quality assurance, ISSN 0949-1775, Feb. 2010, vol. 15, no. 2, str. 125-131
5. BEGEŠ, Gaber, DRNOVŠEK, Janko, PENDRILL, L. R. Optimising calibration and measurement capabilities in terms of economics in conformity assessment. Accreditation and quality assurance, ISSN 0949-1775, Mar. 2010, vol. 15, no. 3, str. 147-154.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul B: Tehniška kakovost
Course title:	Module B: Quality Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64261

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Gaber Begeš, Janko Drnovšek

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Tehniška kakovost kot temeljna inženirska disciplina; Pojmi kakovosti in spremljajoča področja (standardizacija, certificiranje,..) ; Sistemi vodenja kakovosti; Celovito vodenje kakovosti (TQM) (tehnike reševanja problemov in krog kakovosti); Postopki in osnovna orodja zagotavljanja kakovosti (kontrolne karte, integracija zahtev kupca v proizvod - QFD, analiza možnih napak in njihovih posledic - FMEA, nadzor procesov - SPC statistična procesna kontrola, načrtovanje optimalnega eksperiment, itd.); Kakovost in standardizacija po področjih (proizvodnja, laboratoriji, storitve, okolje, varnost, zdravstvo, itd.); Izobraževanje, motivacija in nenehno izboljševanje; Zanesljivost in vzdrževanje sistemov;	Technical quality as basic engineering discipline; Quality concept and accompany fields (standardization, certification, etc.); Quality system management; Total quality management (TQM) (techniques for solving problems and quality circle); Procedures and basic tools for quality assurance (control charts, Quality Function Deployment QFD, Failure mode and effect analysis - FMEA, statistical process control - SPC, optimal experiment planning, etc.); Quality and standardization (production, laboratory, service, environment, safety, health care, etc.); Education, motivation and continuous training; System reliability and maintenance;

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. 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/
2. Drnovšek, J.; Pušnik, I.; Bojkovski, J.; Begeš, G.; Kakovost sistemov. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko 2007
3. Pond, R.J.: Fundamentals od Statistical Quality Control. New York: Macmillan College Publishing Company 1994
4. Montgomery, D.C.: Introduction to Statistical Quality Control. izdaja. New York: John Wiley & Sons Inc. 2001
5. O`Connor, P.D.T.: Practical Reliability Engineering. 4. izdaja. New York: John Wiley & Sons Inc. 2002
6. Feigenbaum, A.V.: Total Quality Control. 3. pregl. jubilejna izdaja. New York: McGraw-Hill, Inc. 1991
7. Robin E. Mcdermott, Raymond J. Mikulak, Michael R. Beauregard: The Basic of FMEA. Portland, USA

8. John Terninko: Step-by Step QFD. Boca Raton, Florida, St. Lucie Press 1997
9. Lou Chen: Quality Function Deployment, Addison Wesley Longman, 1995
10. A.J.Marlow: Quality control for Technical Documentation, Amazon, 2005
11. QualSoft: Busines Improvement Software, Birmingham, 2000
12. Yoi Akao: QFD, Portland, Oregon, Productivity Press, 2000
13. VIM - International Vocabulary of Terms in Legal Metrology (OIML, 2000)
14. Slovenski inštitut za standardizacijo: SIST EN 45020 - Standardizacija in z njo povezane dejavnosti - Splošni slovar, 2007

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je seznaniti in usposobiti študente s konkretnimi znanji o zagotavljanju in doseganju tehniške kakovosti proizvodov in storitev na osnovi merjenj in preskušanj, nadzora procesov in orodij za celovito obvladovanje kakovosti. Študent se pri predmetu nauči različnih tehnik reševanja problemov s pomočjo modernih principov in orodij za zagotavljanje in celovito upravljanje kakovost, spozna se z elementi zanesljivosti in osnovami vzdrževanja sistemov. Osnovne specifike, zahteve in rešitve tehniške kakovosti spoznajo študentje na praktičnih primerih in problemih. Končni cilj predmeta je biti neposredno vključen v realno okolje s področja kakovosti.	Aim of the course is to get acquainted with concrete knowledge on technical quality of product and services assurance and achievement on the basis of measurement and testing, processes supervision, tools for total quality management. Student is trained for solving problems with different modern principles and tools for total quality assurance. Candidate become aware of reliability elements and basics of system maintenance. Basic specifics, requirements and solutions for technical quality are presented on practical examples and problems. The final objective of the subject is to be directly involved in the real environment in the field of quality.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • razložiti osnovne pojme s področja tehniške infrastrukture, standardizacije, akreditacije, evropske in nacionalne zakonodaje, nastanka standarda, namen direktiv, • koristiti vse vrste standardov zagotavljanja kakovosti po področjih, • opisati dela presojevalcev in certifikacijskih organov, • orisati celovito vodenje kakovosti, uporabo orodij za zagotavljanje kakovosti ter metode kot so QFD in FMEA, • ovrednotiti kakovost in varnost na področju okolja, • načrtovati in izvesti konkretno delo na področju preskušanja, dela za zagotavljanje kakovosti in varnosti, priprave optimalnega eksperimenta, • pripraviti poslovnik kakovosti in implementirati sistem kakovosti.	After successful completion of the course students should be able to: • explain basic concepts in the field of technical infrastructure, standardization, accreditation, European and national legislation, the creation of a standard, the purpose of the directives, • use all types of quality assurance standards by fields, • describe the work of auditors and certification bodies, • outline overall quality management, use of quality assurance tools, and methods such as QFD and FMEA, • evaluate quality and safety in the field of environment, • plan and perform concrete work in the field of testing, work for quality assurance and safety, preparation of optimal experiment, • prepare quality manual and implement a quality system.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, avditorne vaje, laboratorijske vaje, seminarska naloga, ekskurzija	Lectures, exercises, seminar work, excursion

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, projekti, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj in projektov je pogoj za pristop k izpitu.		Type: laboratory exercises, projects, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises and projects is a prerequisite for the exam.

Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in projekti ustni izpit		Contributions to final grade: laboratory exercises and projects oral examination
laboratorijske vaje in projekti	50,00 %	laboratory exercises and projects
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

DRNOVŠEK, Janko, BEGEŠ, Gaber. *Tehniška kakovost : povzetek predavanj*. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za metrologijo in kakovost, 2012. 253 str.

2. DRNOVŠEK, Janko, BEGEŠ, Gaber. *Tehniška kakovost : laboratorijski praktikum*. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za metrologijo in kakovost, 2012. IV, 52 str..

3. BATAGELJ, Valentin, ŽUŽEK, Vincencij, DRNOVŠEK, Janko, BOJKOVSKI, Jovan. A numerical and experimental investigation of the heat losses in thermometric fixed-point cells. *International journal of heat and mass transfer*, ISSN 0017-9310. [Print ed.], Jun. 2015, vol. 85, str. 321-335.

4. BEGUŠ, Samo, BEGEŠ, Gaber, DRNOVŠEK, Janko, HUDOKLIN, Domen. A novel NIR laser-based sensor for measuring the surface moisture in polymers. *Sensors and actuators. A, Physical*, ISSN 0924-4247, Jan. 2015, vol. 221, str. 53-59.

5. BEGEŠ, Gaber, DRNOVŠEK, Janko, OGOREVC, Jaka, BOJKOVSKI, Jovan. Influence of different temperature sensors on measuring energy efficiency and heating-up time of hobs. V: *TEMPMEKO 2013 special issue 3 : selected papers of the 12th International Symposium on Temperature, Humidity, Moisture and Thermal Measurements in Industry and Science*, (International journal of thermophysics, ISSN 0195-928X, vol. 36, no. 2/3, Mar. 2015). New York: Plenum Press, 2015, str. 493-507.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul C: Biomehanika
Course title:	Module C: Biomechanics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64263

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Roman Kamnik

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Angleščina
Vaje/Tutorial:	Angleščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v biomehaniko (razvoj skozi zgodovino, aktualna področja, znanstveni pristop k biomehanskim študijam) in osnovni pojmi; Mišično-skeletni gibalni sistem pri človeku (model mišice kot aktuatorja, mehanika sklepov); Obravnava togih in deformabilnih teles v mirovanju (osnove statične analize, težišče, ravnotežje, notranje obremenitve, deformacije); Obravnava biomehanskega sistema človeka v gibanju (opis kinematičnih in kinetičnih parametrov, mehanika sklepov, merjenje gibanja in določitev obremenitev v sklepih, energijske razmere, ocenjevanje funkcionalnih sposobnosti, zakonitosti gibanja pri dinamičnih manevrih hoje, teka, vstajanja in veslanja); *Gibalna vadba z inteligentnimi napravami s sprotno biomehansko analizo in posredovanjem povratne informacije.*	Introduction to Biomechanics (development of biomechanics trough history, areas of biomechanics, approach to the research) and fundamental terminology; Musculoskeletal motion system in human (human muscle as actuator, joint mechanics); Analysis of rigid and deformable bodies in static conditions (static analysis, center of mass, analysis of elastic materials, deformations, strength of materials); Analysis of human motion (kinematic and kinetic parameters, joint mechanics, motion assessment, joint loadings assessment, energy conditions, assessment of functional capabilities, motion laws in dynamic manoeuvres of walking, running, standing-up and rowing); Motion exercise by intelligent devices incorporating on-line biomechanical analysis and presentation of feedback information.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J. D. Humphrey, S.L. Delange, An Introduction to Biomechanics, Solids and Fluids, Analysis and Design, Springer Verlag, New York, 2004.
2. Y.C. Fung, Biomechanics, Mechanical Properties of Living Tissues, Springer Verlag, New York, 2004.
3. D. A. Winter, Biomechanics and Motor Control of Human Movement, John Wiley & Sons, New Jersey, 2009.
4. D. Knudson, Fundamentals of Biomechanics, Springer, New York, 2007.
5. M. Nordin, V. H. Frankel, Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System, Wolters Kluwer Health, 2012.
6. P. McGinnis, Biomechanics of Sport and Exercise, Human kinetics, Auckland, 2004.

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Cilj predmeta Biomehanika je študentu podati znanje tehniške mehanike, ki je uporabno pri študiju gibanja živih sistemov. Predmet vključuje področja, ki obravnavajo gibanje in mirovanje togih in deformabilnih teles. Študent spozna principe uporabe Newtonove mehanike in senzornih sistemov pri analizi gibanja človeka. Predmet daje teoretične osnove za interdisciplinarno delo na področju ocenjevanja ter rehabilitacijske ali športne vadbe gibalnega sistema človeka. Hkrati je z vidikov prenosa rešitev narave v tehniko pridobljeno znanje podlaga za razvoj robotskih sistemov, umetnih organov, biomaterialov, rehabilitacijskih pripomočkov, simulacijskih modelov in inteligentnih naprav za vadbo v rehabilitaciji in športu.	The objective of the course on Biomechanics is to familiarize students with fundamental laws of mechanics and to present how these can be applied to understanding and analyzing of the living systems. The foundations of biomechanics that are developed in this course include the mechanics of materials and structures of rigid and deformable bodies. The course gives the basic knowledge for interdisciplinary work in the fields of human motion assessment and exercise in rehabilitation and sport. From the perspectives of solutions transfer from nature the knowledge is fundamental in development of robotic systems, artificial organs, biomaterials, rehabilitation products, simulation models, and intelligent devices for exercise in rehabilitation and sport.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • razviti matematični model gibanja deformabilnih in nedeformabilnih materialnih teles, • opisati biomehanske pogonske mehanizme, • uporabiti senzorne sisteme za merjenje parametrov gibanja in obremenitev človeškega telesa, ki so v uporabi v kliničnem ali športnem okolju, • analizirati gibanje človeka in učinke na njegovo telo, • izračunati obremenitve v sklepih večsegmentnega sistema med gibanjem, • razložiti mehanizme večnožne lokomocije in vzdrževanja ravnotežja.	After successful completion of the course, students should be able to: • develop a mathematical model for the movement of deformable and nondeformable material bodies, • describe biomechanical propulsion mechanisms, • use sensory systems for assessment of the movement parameters and human body loadings that are used in a clinical or sports environment, • analyze the motion of a person and the effects on his body, • calculate the loadings in the joints of the multisegment system during movement, • explain the mechanisms of multileg locomotion and maintaining the body balance.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom rešitev enostavnih praktičnih primerov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj. Te so zasnovane projektno v več delih, v katerih se študentje postopoma seznanjajo s problemom in instrumentacijo. Projektno skupino sestavljata dva ali trije študentje, ki opravijo biomehansko analizo gibalnega manevra pri športni vadbi, npr. skoka, kolesarjenja, veslanja ali teka. Ob koncu semestra študentje poročajo o končnih rezultatih s primerjavo izsledkov iz literature.	The lectures provide a theoretical background on particular subjects together with presentation of simple practical examples. A complete study material is available to the students. Practical work is being performed in the laboratory environment, and is accomplished in steps acquainting students with the problem and instrumentation. Project group is consisted of two or three students who accomplish the biomechanical analysis of motion maneuver, e.g. jumping, cycling, rowing or running. At the end of semester, students report on their results together with comparison to the results from the literature.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	35,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. 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*, Dec. 2014, vol. 21, no. 4, str. 82-93.
2. ŠLAJPAH, Sebastjan, KAMNIK, Roman, MUNIH, Marko. Kinematics based sensory fusion for wearable motion assessment in human walking. Computer Methods and Programs in Biomedicine, Sep. 2014, vol. 116, no. 2, str. 131-144.
3. GORŠIČ, Maja, KAMNIK, Roman, AMBROŽIČ, Luka, VITIELLO, Nicola, LEFEBER, Dirk, PASQUINI, Guido, MUNIH, Marko. Online Phase Detection Using Wearable Sensors for Walking with a Robotic Prosthesis, Sensors. 2014, vol. 14, pp. 2776-2794.
4. AMBROŽ, Miha, PREBIL, Ivan, KAMNIK, Roman, MUNIH, Marko. System for interactive scientific driving simulation with haptic information. Advances in engineering software, Mar. 2012, vol. 45, iss. 1, str. 239-251.
5. ČERNE, Tomaž, KAMNIK, Roman, MUNIH, Marko. The measurement setup for real-time biomechanical analysis of rowing on an ergometer. Measurement, Dec. 2011, vol. 44, no. 10, str. 1819-1827.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul C: Roboti v stiku s človekom
Course title:	Module C: Robot-Human Interaction

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64262

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Matjaž Mihelj

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Vsebina predmeta je razdeljena v sledeče podsklope: 1) Problem in načini interakcije robota s človekom; 2) Človeški dejavnik: zaznavne in motorične sposobnosti, socialni vidiki interakcije z robotom, varnost; 3) Haptični roboti: kinematika, dinamika, zaznavanje dotika, modeliranje reakcijske sile, vodenje in stabilnost haptičnih robotov; 4) Teleoperacijski sistemi: zgradba teleoperacijskega sistema, skaliranje položajev in sil, vodenje teleoperacijskega sistema in virtualne omejitve; 5) Roboti z aktuatorsji s spremenljivo impedanco; 6) Medicinska robotika: kirurška robotika, robotsko podprta diagnostika, mikroroboti v človeškem telesu, nanorobotika na nivoju celic; 7) Rehabilitacijska robotika: motorična rehabilitacija spodnjih in zgornjih okončin, navidezna resničnost v rehabilitaciji, eksoskeletni roboti, robotska protetika, mobilne robotske platforme	The entire content is divided into the following topics: 1) Definition of human-robot interaction problem; 2) Human factors: perception, motor skills, social aspect of interaction, safety; 3) Haptic robots: kinematics, dynamics, collision detection, collision force rendering, control and stability analysis; 4) Teleoperation systems: architectures, force and position scaling, control, virtual fixtures, micro/nano manipulation; 5) Soft robots based on variable impedance actuators; 6) Medical robotics: surgical robotics, robot-supported diagnostics, micro-robots in the human body, nanorobots at the cell level; 7) Rehabilitation and assistive robotics: motor rehabilitation, exoskeletons, robotic prosthetics.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. MIHELJ, Matjaž, PODOBNIK, Janez. Haptics for virtual reality and teleoperation, Springer, 2012.
2. ROSEN, Jacob, HANNAFORD, Blake, Satava, M. Richard, Surgical Robotics: Systems Applications and Visions, Springer, 2011
3. PONS, L. Jose, Wearable Robots: Biomechatronic Exosksletons, John Wiley & Sons, 2008.
4. DIETZ, Volker, NEF, Tobias, RYMER, W. Zev, Neurorehabilitation Technology, Springer, 2012
5. BURDET, Etienne, FRANKLIN, W. David., MILNER, E. Theodore, Human Robotics: Neuromechanics and Motor Control, The MIT Press, 2013

6. SICILIANO, Bruno, SCIAVICCO, Lorenzo, VILLANI, Luigi, ORIOLO, Giuseppe.: Robotics - Modelling, Planning and Control, Springer 2009.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Obravnavati večmodalno interakcijo med človekom in robotom z namenom izboljšave človekovih sposobnosti, pomagati prizadetim osebam, izboljšave učinkovitosti in varnosti ter nadomeščanja človekovih okončin: Analiza robotskih sistemov, ki so namenjeni za interakcijo s človekom ali z živo materijo nasploh. Roboti v interakciji s človekom lahko delujejo na različnih nivojih. Človeku omogočajo natančnejše, enostavnejše in varnejše izvajanja nalog (kirurška in diagnostična robotika), s haptičnimi roboti moremo simulirati interakcije, ki zahtevajo fizični dotik človeka z okoljem, roboti lahko delujejo kot ojačevalniki človekove sile (eksoskeletni roboti), nadomeščajo amputirane dele telesa (robotske proteze), znotraj človeškega telesa pa omogočajo natančno diagnostiko in doziranje zdravilnih učinkovin.	To study multimodal interactions between a human and a robot for the purpose of augmenting human capabilities, assisting disabled persons, increasing human performance and safety, replacing human limbs: Analysis of robotic systems, which are designed to interact with humans or with organic matter in general. The robots interacting with humans can operate at different levels. They enable the operator more accurate, easier and safer performance of tasks (surgical and diagnostic robotics), haptic robots can simulate interactions that require physical contact between the human and environment, robots can act as amplifiers of human force (exoskeletons), can replace amputated body parts (robotic prostheses), within the human body they enable precise diagnostics and delivery of medical substances.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • obravnavati fizično, kognitivno in socialno interakcijo med človekom in robotom, • načrtati mehanizme in vodenje robotskih manipulatorjev za stik s človekom, • določiti varnostne zahteve za interakcijo robota s človekom, • sintetizirati vodenje robota s posnemanjem gibanja človeka, • zasnovati robota za socialno interakcijo s človekom, • uporabiti robota v medicinskih, rehabilitacijskih, raziskovalnih in industriskih aplikacijah.	After successful completion of the course, students should be able to: • address physical, cognitive and social interactions between human and robot, • design mechanisms and control of robot manipulators for contact with human, • determine security requirements for humanrobot interaction, • synthesize robot control based on human demonstration (teaching by demonstration), • design a robot for social interaction with a person, • use a robot in medical, rehabilitation, research, and industrial applications.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, laboratorijsko delo v manjših skupinah, reševanje kompleksnejše nalog vodenja robota, kombinacija skupnega in individualnega dela. Praktične vaje potekajo na večjem številu sodobnih haptičnih robotov, dodatno opremljenih s senzorji sil. Pri predmetu je posebna pozornost posvečena varnosti pri delu z roboti.	Lectures, laboratoryss work in small groups, complex robot control problem solving, combination of individual and team work. Practical exercises take place on a number of modern robots for human-robot interaction equipped with additional force sensors. In this course, special attention is paid to safety.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, pisni in/ali ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Praktične vaje se izvajajo v obliki projektnih nalog povezanih s tematiko predmeta (medicinska, rehabilitacijska industrijska robotika, ki temelji na stiku s človekom). Zahtevana je obvezna prisotnost pri praktičnih vajah. Študent lahko opravičeno izostane največ		Type: laboratory exercises, written and/or oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Practical exercises are carried out in the form of semester project related to the topics of the course (medical, rehabilitation, industrial robotics, based on contact with humans). Mandatory presence at practical courses. Student can justifiably miss maximally one

od ene vaje. Ustrezno opravljene obveznosti pri laboratorijskih vajah so potrebne za pristop k izpitu. Ustna javna predstavitev projektov pred komisijo asistentov in profesorjev. Pisni izpit ali ustno preverjanje znanja pred komisijo prof. Matjaž Mihelj in doc. Aleš Ude Prispevki k oceni: - laboratorijske vaje - pisni in/ali ustni izpit		practical course time slot. Adequately completed obligations in the laboratory are required for the exam. Oral presentation of projects in front of the committee consisting of teaching assistants and professors. Written exam or oral examination in front of the exam committee: Prof. Matjaž Mihelj and Assoc. Prof. Aleš Ude Contributions to final grade: - laboratory exercises - written and/or oral examination
- laboratorijske vaje	50,00 %	- laboratory exercises
- pisni in/ali ustni izpit	50,00 %	- written and/or oral examination

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:	Modul D: Fotonika
Course title:	Module D: Photonics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64264S

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Janez Krč
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
UVOD: izzivi in trendi v fotoniki, zadnja odkritja – česa se bomo dotaknili v okviru tega predmeta, sedanjost in prihodnost nanofotonike, zakaj želimo zamenjati elektron s fotonom SVETLOBA: svetloba in Maxwell - elektromagnetno valovanje, svetloba v snovi, razmere na spojih dveh snovi, svetloba in nanometrske strukture, Fourierjeva optika –zakaj?, elektro-optični in magneto-optični efekti in gradniki FOTONSKI GRADNIKI: osnove delovanja, načrtovanje in tehnologija izdelave, dejanska in možna uporaba v fotonskih vezjih: • fotonski kristali: 1D, 2D, 3D • nanostrukture s kovinskimi delci: metamateriali, negativni lomni količnik, plazmonski efekt • resonatorji, filtri in modulatorji • miniaturni laserji in nanolaserji • miniaturni fotodetektorji • poskusi optičnih tranzistorjev FOTONSKA INTEGRIRANA VEZJA: fotonsko elektronska integracija – zakaj?, sodobni primeri izvedbe integracije in uporaba vezij z zgoraj obravnavanimi nanofotonskimi gradniki, osnove Si na	INTRODUCTION: challenges and trends in the field of photonics latest achievements – what of these we will learn, today in tomorrow of nanophotonics, why to use a photon instead of an electron LIGHT: light and Maxwell - electromagnetic waves, light and matter, optical situation at an interface of two media, light interaction with nanometer size structures, Fourier optics – why?, electro-optical and magneto-optical effects and components PHOTONIC COMPONENTS: operational principles, design and technologies, use in photonic circuits: • photonic crystals: 1D, 2D, 3D, • metallic nanostructures: metamaterials, negative refractive index, plasmonic effects • resonators, filters and modulators • micro and nanolasers • micro fotodetectors • attempts towards optical transistors PHOTONIC INTEGRATED CIRCUITS (PICs): photonic electronic integration – why?, latest examples of integration of above mentioned photonic components in PICs, platforms on Si on insulator, InP

izolatorju, InP, TriPleX za fotonska vezja, spoznavanje z in uporaba orodja za načrtovanje fotonskih integriranih vezij, konkretni praktični primeri, pristopi k optičnim vratom, kako naprej in kaj nas še omejuje pri optičnem računalniku VLAKENSKI SENZORJI: interferometrični, na osnovi fotonskih kristalov, na osnovi tekočih kristalov, plazmonska detekcija, uporaba v biomedicini in na drugih področjih NANOFOTONSKE STRUKTURE V FOTOVOLTAIKI: protiodbojne strukture, fotonske strukture za učinkovito vodenje in usmerjanje svetlobe v sončnih celicah, nove izvedbe odbojnikov, praktično načrtovanje in karakterizacija nanofotonskih struktur, načrtovanje z uporabo 3D optičnega modeliranja (FEM, FDTD, RCWA), praktične karakterizacijske metode in inštrumenti (merjenje odbojnosti/prepusnosti, sipanja, kotne porazdelitve svetlobe)	material and TriPleX, design tools, examples of design, practical cases, towards optical gates, how to proceed and what is restricting us on the way towards optical computers FIBER SENSORS: interferometric, photonic crystal based, liquid crystal based, plasmonic detection, use in biomedicine and in other fields NANOPHOTONIC STRUCTURES IN PHOTOVOLTAICS: antireflection structures, light management photonic structures in solar cells, novel reflectors, practical design and characterisation of nanophotonic structures, design based on 3D optical modelling (FEM, FDTD, RCWA), characterisation methods and instruments, measurements of reflection/transmission, light scattering, angular distribution function)

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. L. Chrostowski e tal., Silicon Photonics Design: From Devices to Systems, Cambridge University Press; 2015.
2. Q. Gong e tal., Photonic Crystals: Principles and Applications, Pan Stanford, 2014.
3. G. Rajan, Optical Fiber Sensors: Advanced Techniques and Applications (Devices, Circuits, and Systems), CRC Press, 2015.
4. B. E. A. Saleh e tal., Fundamentals of Photonics (2nd Edition) Wiley-Interscience; 2007.
5. J. Krc and M. Topic, Optical modelling and simulations of thin-film photovoltaic devices, CRC Press, 2013.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilji predmeta so študentu podati sodobna znanja s področja fotonike s poudarkom na integrirani fotoniki. Osredotočamo se na fotonska integrirana vezja, vlakenske senzorje in nanofotonske strukture v fotovoltaiki. Študenti se bodo spoznali s teoretičnim ozadjem in praktičnimi vidiki pri načrtovanju in uporabi gradnikov.	The objectives of the course are to familiarize students with the state-of-the-art knowledge on photonics, especially on integrated photonics. We focus on integrated photonic circuits, fiber sensors and nanophotonic structures in photovoltaics. Students will learn theoretical background and practical issues in the design and application of the photonic devices.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • pojasniti principe delovanja obravnavanih nanofotonskih gradnikov, • specificirati pomen in uporabo osnovnih gradnikov v fotonskih integriranih vezjih, • kategorizirati različne izvedbe fotonskih integriranih vezij in opisati njihove prednosti in slabosti, • načrtati preprosta fotonska integrirana vezja, • izmeriti izbrane karakteristike nanofotonskih gradnikov, • analizirati različne izvedbe vlakenskih senzorjev.	After successful completion of the course, students should be able to: • explain operational principles of presented nanophotonic structures. • specify the meaning and possible application of basic components in photonic integrated circuits (PIC). • categorise different technologies of PICs and to describe their pros and cons. • design simple PICs • measure selected characteristics of. nanophotonic structures. • analyse different realizations of optical fiber sensors.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**

Na predavanjih so podane teoretične osnove (nano)fotonskih gradnikov in prikazani izbrani praktični primeri. Na laboratorijskih vajah se študenti usmerjajo na praktično načrtovanje predvsem fotonskih integriranih vezij in merjenje karakteristik izbranih nanofotonskih struktur.	The lectures provide a theoretical background on nano(photonic) structures, practical examples are shown. In the practical work students will focus on design of simple photonic integrated circuits. They will also measure characteristics of selected (nano)photonic structures.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: pisni izpit in ustni izpit Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Za pristop k ustnemu izpitu je potrebno pozitivno opraviti pisni izpit in hkrati uspešno opraviti vse laboratorijske vaje predmeta. Za pozitivno končno oceno mora študentka/študent pozitivno opraviti in pisni in ustni izpit. Prispevki h končni oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: written exam and oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. To take part of the oral exam there are two conditions: positive grade of the written exam and successfully finished all laboratory assignments. For the positive final grade both, written and oral exam have to be positive. Contributions to the final grade: written exam oral exam
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	60,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KRČ, Janez, TOPIČ, Marko. *Optical modeling and simulation of thin-film photovoltaic devices*. New York: CRC Press, 2013.
2. KRČ, Janez, SEVER, Martin, KOVAČIČ, Milan, MOULIN, Etienne, ČAMPA, Andrej, LIPOVŠEK, Benjamin, STELTENPOOL, Mark, ERVEN, Rob van, HAUG, Franz-Josef, BALLIF, Christophe, TOPIČ, Marko. Design of periodic nano- and macro-scale textures for high-performance thin-film multi-junction solar cells. *Journal of optics*, ISSN 2040-8978, 2016, vol. 18, no. 6, str. 1-11,
3. JOŠT, Marko, KRČ, Janez, TOPIČ, Marko. Camera-based ARS system for complete light scattering determination/characterization. *Measurement science & technology*, ISSN 0957-0233, Mar. 2016, vol. 27, no. 3, str. 1-10.
4. SEVER, Martin, KRČ, Janez, ČAMPA, Andrej, TOPIČ, Marko. Rigorous modelling of light scattering in solar cells based on finite element method and Huygens' expansion. *Optics express*, ISSN 1094-4087, 16 Nov. 2015, vol. 23, no. 24, str. A1549-1563
5. KRČ, Janez, LIPOVŠEK, Benjamin, TOPIČ, Marko. Light management in thin-film solar cell. V: LÓPEZ, Ana Belén Cristóbal (ur.), VEGA, Antonio Martí (ur.), LÓPEZ, Antonio Luque (ur.). *Next generation of photovoltaics : new concepts*, (Springer series in optical sciences, ISSN 0342-4111, 165). Berlin; Heidelberg: Springer, cop. 2012, str. 95-129.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul D: Preizkušanje elektronskih vezij
Course title:	Module D: Testing of electronic circuits

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64265S

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Andrej Žemva

Vrsta predmeta/Course type: izbirni strokovni/elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v prvi letnik podiplomskega magistrskega študijskega programa Elektrotehnika druge stopnje, poznavanje elektronskih vezij.	Enrolment in the 1st year of 2nd cycle master study programme in Electrical Engineering, basic knowledge of electronic circuits.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
UVOD: Pomen in vloga testiranja, testiranje digitalnih, analognih in mešanih vezij, vpliv tehnologije izdelave vezij VLSI na testiranje. TESTNI POSTOPKI ZA VEZJA VLSI IN TESTNA OPREMA: Kako testiramo integrirana vezja? Vrste testiranja. Oprema za avtomtasko testiranje. EKONOMIJA TESTIRANJA IN KAKOVOST VEZIJ: Gospodarski vidik testiranja, strošek testiranja, izplen, delež napak, ocena deleža napak. MODELIRANJE NAPAK: Vrste napak, funkcijsko in strukturno testiranje, model enojnih in večkratnih napak, modeliranje stika med povezavami. LOGIČNA SIMULACIJA IN SIMULACIJA NAPAK: Modeliranje vezij za logično simulacijo na različnih stopnjah, algoritmi za logično simulacijo, algoritmi za simulacijo napak. AVTOMATSKA GENERACIJA TESTNIH VEKTORJEV: Definicija generacije testnih vektorjev, identifikacija redundantnih napak, sistemi za avtomatsko generacijo	INTRODUCTION: Role of testing, digital, analog and mixed signal test, VLSI technology trends affecting testing. VLSI TESTING PROCESS AND TEST EQUIPMENT: How to test chips? Types of testing, automatic test equipment. TEST ECONOMICS AND PRODUCT QUALITY: Test economics, costs of testing, yield, defect level, defect level estimation. FAULT MODELING: Types of defects, faults and errors, functional and structural testing, single stuck-at and multiple faults model, bridging fault model. LOGIC AND FAULT SIMULATION: Circuit modelling for logic simulation at different levels, algorithms for logic simulation, algorithms for fault simulation. AUTOMATIC TEST-PATTER GENERATION: Definition of test-pattern generator, redundancy identification, systems for automatic test pattern

testnih vektorjev, testiranje sinhronih in asinhronih sekvenčnih vezij. TESTIRANJE POMNILNIŠKIH VEZIJ: Analiza možnih napak, metode testiranja pomnilniških vezij. TESTIRANJE ANALOGNIH IN MEŠANIH VEZIJ: Funkcijsko DSP-testiranje, metode testiranja ADC in DAC gradnikov, modelno testiranje. TESTIRANJE ZAKASNITEV: Problem testiranja zakasnitev, pristopi k testiranju in ugotavljanju zakasnitev v vezjih. TEST IDDQ: Princip testiranja IDDQ in pregled metod, učinkovitost in omejitve testiranja IDDQ. NAČRTOVANJE TESTIRANJA: Metode in pravila za načrtovanja vezij z upoštevanjem testiranja, delni-scan načrt vezja, izvedbe scan-vezij. VGRAJENI TESTI: Stroški vgrajenega testa, generiranje testnih vektorjev za vgrajeni test, vstavljanje testnih točk, vgrajeno testiranje pomniških vezij. STANDARD ZA OBROBNO TESTIRANJE: Namen standarda, konfiguracija vezja za obrobno testiranje po standardu IEEE 1149.1 (JTAG), vodilo ATP (Analog Test Bus), ciljne napake v analognih vezjih, obrobno testiranje analognih vezij. TESTIRANJE SISTEMOV Sistemsko testiranje, funkcijsko in diagnostično testiranje (slovar napak, diagnostično drevo, primer sistemskega testa mikroprocesorja), testna arhitektura za sisteme v čipu.	generation, testing of synchronous and asynchronous sequential circuits. MEMORY TEST: Failure analysis, test methods of memory devices. ANALOG AND MIXED-SIGNAL TEST: Functional DSP-based testing, test methods of ADC and DAC devices, model-based testing. DELAY TEST: Delay test problem, delay test methodologies, practical considerations in delay testing. TEST IDDQ: IDDQ test principle and survey of IDDQ methods, effectiveness and limitations of IDDQ test. DESIGN FOR TESTABILITY: DFT methods and DFT rules, scan design rules, scan and partial-scan design, variations of scan designs. BUILT-IN SELF-TEST (BIST): The economic case of BIST, test-pattern generation for BIST, test points insertion, memory BIST. BOUNDARY SCAN STANDARD: Purpose of standard, circuit configuration with boundary standard IEEE 1149.1 (JTAG), analog test bus (ATB), targeted analog faults, boundary scan in analog circuits. SYSTEM TEST System test and core based design, functional and diagnostic test (fault dictionary, diagnostic tree, a microprocessor system test example), test architecture for system-on-a-chip (SOC).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. GIZOPOULOS, Dimitris (Ed.). Advances in Electronic Testing: Challenges and Methodologies, Springer, 2006.
2. WUNDERLICH, Hans-Joachim. Models in Hardware Testing, Springer Verlag, 2010.
3. BUSHNELL, Michael, AGRAWAL, Wishwani. Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory and Mixed Signal VLSI Circuits, Springer Publishing Company, 2013.
4. NAVABI, Zainalabedi. Digital System Test and Testable Design: Using HDL Models and Architectures, Springer, 2011.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
• osvojiti znanje o možnih vzrokih napak v elektronskih vezjih, njihovem odkrivanju in diagnozi, • seznanitev z modeliranjem napak pri zasnovi in izdelavi vezja, • poznavanje algoritmov za simulacijo napak in avtomatsko generacijo testnih vzorcev, • poznavanje algoritmov in metod za odkrivanje zakasnitev,	• to acquire the knowledge of reasons for circuit defects, errors and faults, their detection and diagnosis, • knowledge on fault modelling for various design errors and circuit implementation defects, • knowledge of fault simulation and automatic testpattern generation algorithms, • knowledge of algorithms and methods for delay testing,

• obvladovanje tehnik za načrtovanje vezij z upoštevanjem testiranja, • praktični pristopi k načrtovanju in testiranju elektronskih vezij.	• to master techniques for circuit design for testability, • practical approaches of design and test of electronic circuits.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • razumeti pomen testiranja pri načrtovanju in izdelavi elektronskih vezij, • izbrati primerno metodo za testiranje elektronskega vezja, • testirati delovanje vezja, • diagnosticirati morebitne napake, • snovati vezje z upoštevanje testiranja.	After successful completion of the course, students should be able to: • understand the role of testing in design and implementation of electronic circuits, • select suitable method for testing the electronic circuit, • testing operation of electronic circuit, • fault diagnosis in case of faulty behaviour, • design for circuit testability.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
• predavanja (prosojnice v kombinaciji s tablo), • laboratorijske vaje (praktično delo z ugotavljanjem napak in diagnozo napak v digitalnih analognih in mešanih integriranih vezjih.	• lectures (slides and blackboard) • laboratory assignments (hands on fault detection and fault diagnosis in digital, analog and mixed-signal integratedcircuits.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MOČNIK, Jure, ŽEMVA, Andrej. Controlling voltage profile in smart grids with remotely controlled switches. *IET generation, transmission & distribution*, 2014, vol. 8, no. 8, str. 1499-1508.
2. TOMAŽIČ Jure, ŽEMVA, Andrej. Efficient and lightweight battery management system contributes to victory in the Green Flight Challenge 2011. *Electric power systems research*, 2013, vol. 98, no. 5, str. 70-76.
3. MOČNIK, Jure, HUMAR, Janez, ŽEMVA, Andrej. A non-conventional intrument transformer. *Measurement*, 2013, vol. 46, no 10, str. 4114-4120.
4. SLUGA, Janez, ZALETELJ, Viktor, ŽEMVA, Andrej. Agent control for reconfigurable open kinematic chain manipulators. *International journal of advanced robotic systems*, 2013, vol. 10, no. 353, str. 1-13.5. BAŠA, Kristjan, ŽEMVA, Andrej.Simulation and verification of a dynamic model of the electric forklift truck. *Intelligent automation and soft computing*, 2011, vol. 17, no. 1, str. 13-30.
5. BAŠA, Kristjan, ŽEMVA, Andrej. Simulation and verification of a dynamic model of the electric forklift truck. *Intelligent automation and soft computing*, 2011, vol. 17, no. 1, str. 13-30.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul E: Alternativni viri električne energije in energetski trgi
Course title:	Module E: Alternative sources of electrical energy and energy markets

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64266E

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Marko Čepin, Miloš Pantoš
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni strokovni/elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik predmet	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Tehnologija pretvorbe različnih oblik energije v električno energijo (energija vetra, geotermalna energija, energija iz odpadkov, energija iz biomase, vodikova tehnologija, gorivne celice, sončna energija), načini shranjevanja energije, primerjava s tehnologijami pretvorbe energije nekonvencionalnih virov v električno energijo, izkoristki pretvorbe energije v električno energijo, vpliv tehnologij na varovanje okolja. Deregulacija elektrogospodarstva in prestrukturiranje podjetij, pravni okvir trga z energijo, organizacija in tipi trga, udeleženci trga, regulatorni okvir, borza, borzni instrumenti, vrsta trgov: sprotni, urni, srednje- in dolgoročni trg, trg odstopanj, trg sistemskih storitev, terminski posli, terminske pogodbe, opcije in finančni inštrumenti, način poravnave finančnih inštrumentov, tveganja na trgu, njihovo merjenje in obvladovanje, mehanizmi varovanja tveganj, tržna moč, strategije proizvajalcev, ponudbe proizvajalcev, načrtovanje in optimizacija obratovanja proizvodnih enot ponudnika, napoved cene električne energije, vozni redi in obračun odstopanj, strategije dobavitelja, optimizacija njegovega portfelja, pogoji za dobavo in odjem energije, sistem meritev in obračun energije, zamenjava dobavitelja, struktura cene.	Technology of transformation of various energy sources into electrical energy (wind energy, geothermal energy, energy from waste, energy from biomass, hydrogen technology, fuel cells, thermal solar energy, and solar energy from photovoltaics). Means of conservation of energy. Comparison of technology of alternative sources with technology of conventional sources. Efficiency of transformations of energy. The effect of energy technologies considering the environment. Deregulation and unbundling of power sector, regulation, organization and market models, pool, spot market, derivatives market, market participants, power exchange, market derivatives, financial derivatives, forward, futures, options, ancillary services, balancing market, clearing, risk assessment and management, market power, trading strategies, offers, unit commitment, economic dispatch, planning, optimization, price forecasting, load forecasting, power supply, system security, metering, energy pricing, transmission service pricing, price structure.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. E. F. Fuchs, I. M. A.S. Masoum, Power Conversion of Renewable Energy Systems, Springer, 2011

2. Sorensen, B., Renewable Energy, Third Edition, Academic Press 2004
3. Farret, F.A., Integration of Alternative Sources of Energy, Wiley-IEEE Press 2006
4. Ilič, M., Galiana, F., Fink, L., Power System Restructuring Engineering and Economics, Kluwer Academic Publishers, 1998.
5. Kirschen D., Strbac G.: Power System Economics: Introduction; Wiley, 2000.
6. Stoft, S.: Power System Economics: Designing Markets for Electricity: Wiley, 2002.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študenti se bodo seznanili s tehnologijami pridobivanja električne energije iz alternativnih virov in primerjavo s konvencionalnimi načini. Poudarek je na tehnologijah, načinu pretvorbe energij v električno energijo. Študentje bodo spoznali tehnične, ekonomske in okoljevarstvene vplive tehnologij pridobivanja električne energije iz alternativnih virov. Študenti se pri predmetu spoznajo z modeli trga, ki povezujejo električno in ostale vrste energije. Spozna mehanizme trga, vloge udeležencev na trgu ter strategije prodaje in nakupa energije. Posebej se seznani z obvladovanjem tveganj s pomočjo finančnih inštrumentov.	Students will become familiar with the technologies of power generation from alternative sources. They will be able to compare the alternative with conventional sources. Students will learn the technical, economic and environmental impacts of technologies of electric energy generation from alternative sources. Students will gain basic knowledge in the field of market modelling, trading mechanisms, the role of market participants, trading strategies, risk assessment and management, the role of financial derivatives.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Študent bo zmožen: - skicirati procese tehnologij pridobivanja električne energije iz obnovljivih virov v primerjavi s pridobivanjem iz konvencionalnih virov, - izračunati količine električne energije pridobljene iz posameznega vira s poznavanjem izkoriščenosti in faktorjev, ki vplivajo na spremenljivost energentov, - reševati probleme povezane z močjo in energijo vetra, sonca, biomase in geotermalnih virov, - interpretirati trg z električno energijo, - razločevati in kritično ovrednotiti mehanizme na trgu z električno energijo.	Students will be capable to: - sketch the processes of technologies for production of electrical energy from alternative sources in comparison with technologies for production from conventional sources, - calculate the quantities of electric energy gained from the selected source considering the load factor and other parameters, which cause the variability of power and energy, - solve problems related to the wind, solar, biomass and geothermal power and energy, - interpret the electric energy market, - differentiate and evaluate the mechanisms on the electric energy market.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in vaje za utrjevanje pridobljenega znanja.	Lectures and exercises

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ČEPIN, Marko. Assessment of power system reliability. London: Springer, 201
2. ČEPIN, Marko. Advantages and difficulties with the application of methods of probabilistic safety assessment to the power systems reliability. Nucl. Eng. Des., 2012, vol. 246, str. 134-140

3. BRICMAN REJC, Živa, ČEPIN, Marko. Izboljšana metoda za oceno zanesljivosti proizvodnje v elektroenergetskem sistemu. Elektrotehniški vestnik., 2013, letn. 80, št. 1/2, str. 57-6
4. 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.
5. PANTOŠ, Miloš. Exploitation of electric-drive vehicles in electricity markets. IEEE trans. power syst., 2012, vol. 27, no. 2, str. 682-694.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul E: Alternativni viri električne energije in energetski trgi
Course title:	Module E: Alternative sources of electrical energy and energy markets

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64266

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Marko Čepin, Miloš Pantoš
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni strokovni/elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik predmet	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Tehnologija pretvorbe različnih oblik energije v električno energijo (energija vetra, geotermalna energija, energija iz odpadkov, energija iz biomase, vodikova tehnologija, gorivne celice, sončna energija), načini shranjevanja energije, primerjava s tehnologijami pretvorbe energije nekonvencionalnih virov v električno energijo, izkoristki pretvorbe energije v električno energijo, vpliv tehnologij na varovanje okolja. Deregulacija elektrogospodarstva in prestrukturiranje podjetij, pravni okvir trga z energijo, organizacija in tipi trga, udeleženci trga, regulatorni okvir, borza, borzni instrumenti, vrsta trgov: sprotni, urni, srednje- in dolgoročni trg, trg odstopanj, trg sistemskih storitev, terminski posli, terminske pogodbe, opcije in finančni inštrumenti, način poravnave finančnih inštrumentov, tveganja na trgu, njihovo merjenje in obvladovanje, mehanizmi varovanja tveganj, tržna moč, strategije proizvajalcev, ponudbe proizvajalcev, načrtovanje in optimizacija obratovanja proizvodnih enot ponudnika, napoved cene električne energije, vozni redi in obračun odstopanj, strategije dobavitelja, optimizacija njegovega portfelja, pogoji za dobavo in odjem energije, sistem meritev in obračun energije, zamenjava dobavitelja, struktura cene.	Technology of transformation of various energy sources into electrical energy (wind energy, geothermal energy, energy from waste, energy from biomass, hydrogen technology, fuel cells, thermal solar energy, and solar energy from photovoltaics). Means of conservation of energy. Comparison of technology of alternative sources with technology of conventional sources. Efficiency of transformations of energy. The effect of energy technologies considering the environment. Deregulation and unbundling of power sector, regulation, organization and market models, pool, spot market, derivatives market, market participants, power exchange, market derivatives, financial derivatives, forward, futures, options, ancillary services, balancing market, clearing, risk assessment and management, market power, trading strategies, offers, unit commitment, economic dispatch, planning, optimization, price forecasting, load forecasting, power supply, system security, metering, energy pricing, transmission service pricing, price structure.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. E. F. Fuchs, I. M. A.S. Masoum, Power Conversion of Renewable Energy Systems, Springer, 2011

2. Sorensen, B., Renewable Energy, Third Edition, Academic Press 2004
3. Farret, F.A., Integration of Alternative Sources of Energy, Wiley-IEEE Press 2006
4. Ilič, M., Galiana, F., Fink, L., Power System Restructuring Engineering and Economics, Kluwer Academic Publishers, 1998.
5. Kirschen D., Strbac G.: Power System Economics: Introduction; Wiley, 2000.
6. Stoft, S.: Power System Economics: Designing Markets for Electricity: Wiley, 2002.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študenti se bodo seznanili s tehnologijami pridobivanja električne energije iz alternativnih virov in primerjavo s konvencionalnimi načini. Poudarek je na tehnologijah, načinu pretvorbe energij v električno energijo. Študentje bodo spoznali tehnične, ekonomske in okoljevarstvene vplive tehnologij pridobivanja električne energije iz alternativnih virov. Študenti se pri predmetu spoznajo z modeli trga, ki povezujejo električno in ostale vrste energije. Spozna mehanizme trga, vloge udeležencev na trgu ter strategije prodaje in nakupa energije. Posebej se seznani z obvladovanjem tveganj s pomočjo finančnih inštrumentov.	Students will become familiar with the technologies of power generation from alternative sources. They will be able to compare the alternative with conventional sources. Students will learn the technical, economic and environmental impacts of technologies of electric energy generation from alternative sources. Students will gain basic knowledge in the field of market modelling, trading mechanisms, the role of market participants, trading strategies, risk assessment and management, the role of financial derivatives.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Študent bo zmožen: - skicirati procese tehnologij pridobivanja električne energije iz obnovljivih virov v primerjavi s pridobivanjem iz konvencionalnih virov, - izračunati količine električne energije pridobljene iz posameznega vira s poznavanjem izkoriščenosti in faktorjev, ki vplivajo na spremenljivost energentov, - reševati probleme povezane z močjo in energijo vetra, sonca, biomase in geotermalnih virov, - interpretirati trg z električno energijo, - razločevati in kritično ovrednotiti mehanizme na trgu z električno energijo.	Students will be capable to: - sketch the processes of technologies for production of electrical energy from alternative sources in comparison with technologies for production from conventional sources, - calculate the quantities of electric energy gained from the selected source considering the load factor and other parameters, which cause the variability of power and energy, - solve problems related to the wind, solar, biomass and geothermal power and energy, - interpret the electric energy market, - differentiate and evaluate the mechanisms on the electric energy market.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in vaje za utrjevanje pridobljenega znanja.	Lectures and exercises

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ČEPIN, Marko. Assessment of power system reliability. London: Springer, 201
2. ČEPIN, Marko. Advantages and difficulties with the application of methods of probabilistic safety assessment to the power systems reliability. Nucl. Eng. Des., 2012, vol. 246, str. 134-140

3. BRICMAN REJC, Živa, ČEPIN, Marko. Izboljšana metoda za oceno zanesljivosti proizvodnje v elektroenergetskem sistemu. Elektrotehniški vestnik., 2013, letn. 80, št. 1/2, str. 57-6
4. 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.
5. PANTOŠ, Miloš. Exploitation of electric-drive vehicles in electricity markets. IEEE trans. power syst., 2012, vol. 27, no. 2, str. 682-694.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul E: Energetika
Course title:	Module E: Power Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64267E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Rafael Mihalič

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Vloga izkoriščanja energetskih virov pri razvoju civilizacije in družbe, globalni pogled na problematiko oskrbe z energijo, razdelitev energetskih virov in osnovne energetske pretvorbe, konvencionalni viri energije (premog, nafta, plin, vodne sile, jedrska energija, les), za vsakega od virov: nastanek in osnovne značilnosti, osnovni fizikalni principi in tehnologija izkoriščanja, svetovni potenciali, izkoristki, osnovni ekonomski kazalci izkoriščanja, trend porabe, zaloge in poraba v Sloveniji. Nekonvencionalni viri energije (energija sonca, vetra, bibavice, odpadkov, šote, biomase, fuzije, vodikova tehnologija, direktne termične pretvorbe v električno energijo, termoionske pretvorbe, magnetohidrodinamski generatorji). Za vsakega od virov:nastanek in osnovne značilnosti, osnovni fizikalni principi in tehnologija izkoriščanja, svetovni potenciali, izkoristki, osnovni ekonomski kazalci izkoriščanja, trend porabe, zaloge in poraba v Sloveniji. Dileme in tehnične težave zadovoljevanja energetskih potreb z energijo iz sonaravnih virov, vpliv energetskih pretvorb na okolje, ekonomsko ovrednotenje zadovoljevanja energetskih potreb, pogled v prihodnost	The role of energy sources exploitation in the civilization and human society development, global overview of energy supply issues, categorization of energy sources and basic energy conversions, conventional sources of energy (coal, oil, gas, water, nuclear energy, wood), for each of sources: origin and basic characteristics, basic physical principles and technologies of its exploitation, world-wide potential, efficiency, basic economic exploitation indices, consumption and supply trends, Slovenian consumption. Unconventional energy sources (energy of the sun radiation, wind, tide, waste, peat, biomass, nuclear fusion, hydrogen technology, direct thermal conversion to electrical energy, thermoionic conversions, magnetohydrodynamic generator), for each of sources: origin and basic characteristics, basic physical principles and technologies of its exploitation, world-wide potential, efficiency, basic economic exploitation indices, consumption and supply trends, Slovenian consumption. Dilemmas and technical issues of satisfying all energy needs by applying sustainable energy sources, environmental impacts of energy conversion procedures, economic evaluation of supplying energy needs, glance towards the future.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Požar. H.:Osnove energetikeI, II, III, Školska knjiga, Zagreb, 1992
2. Cleveland, Cutler J., Ayres, Robert U.:Encyclopedia of energy : San Diego, Oxford : Academic Press, cop. 2004
3. J. Voršič:Pretvarjanje v električno energijo Maribor : Fakulteta za elektrotehniko,
4. računalništvo in informatiko, 1996
5. Denno, K.: Power system design and applications for alternative energy sources, Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1989
6. Willis, H. Lee, Scott, Walter G.: Distributed power generation : planning and
7. evaluation, New York, Basel : M. Dekker, cop. 2000
8. Smil, Vaclav :Energy at the crossroads : global perspectives and uncertainties : Cambridge, Massachusetts, London, England :MIT Press, cop. 2005
9. Medved, Sašo, Novak, Peter: Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, Ljubljana : Fakulteta za strojništvo, 2000

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmete Energetika je ustvariti širši pogled na problem oskrbe z energijo, saj do napačnih odločitev na področju oskrbe z energijo prihaja ravno zaradi parcialnega pogleda na problematiko. Študent bo spoznal osnovne značilnosti, tehnične možnosti izkoriščanja ter ekonomske kazalce in perspektive pri izrabi primarnih energentov - globalni vidik in lokalne razmere. Ker bo spoznal prednosti in omejitve uporabe sonaravnih virov za zadovoljevanje energetskih potreb naj bi bil sposoben analizirati različne koncepte oskrbe z energijo, o katerih poročajo mediji dnevno in so večinoma dvomljive vrednosti.	The objective of the course on Power Engineering to submit a broad, world-wide overview of energy supply issues, as partial view on the subject is often the main reason for making wrong decisions in the energy supply area. A student gets familiar with basic characteristics, technical possibilities for exploitation and economic indices together with perspectives when using primary energy sources. This goes both for world-wide as well as local perspective. As the student will realize the advantages and limitations of the use of sustainable resources to meet human energy needs, it is supposed to be able to analyze the different concepts of energy supply reported by the media daily and are in general of dubious value.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • razumevati osnovne zakonitosti pri pretvarjanju primarnih energetskih virov v ljudem uporabne oblike, • poznati globalne energetske tokove in trende, • poznati vidike oskrbe (zaloge) in porabe energentov, • razumevati energetske politike, • analizirati koncepte oskrbe z energijo.	After successful completion of the course, students should be able to: • understand basic characteristics of primary energysources conversion to suitable energy form from human-society's point of view, • knowledge regarding global energy trends, • get familiar with aspects of supply (stock) and energy consumption, • understand energy policy, • analyse concepts of energy supply.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje, vodeno projektno delo	Lectures, laboratory practice, project work

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminar, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj in seminarja je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje seminar ustni izpit		Type: laboratory exercises, seminar work, oral exam. Negative grades is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises and seminar work is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises seminar work oral examination
laboratorijske vaje	20,00 %	laboratory exercises
seminar	40,00 %	seminar work
ustni izpit	40,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MIHALIČ, Rafael. "Zelena" energija - bližnjica k energetski neodvisnosti ali slepa ulica?. Elektrotehniški vestnik, 2011, letn. 78, št. 5, str. 245-256.
2. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael. Distributed generation from renewable sources in an isolated DC network. Renewable energy, 2006, vol. 31, iss. 14, str. 2370-2384.
3. MIHALIČ, Rafael. Vetrne elektrarne - ni vse zlato, kar se sveti. V: SLAVINEC, Mitja (ur.). Zgodovinska identiteta sveta ob Muri. Murska Sobota: Pomurska akademsko znanstvena unija PAZU, 2008, str. 30-3
4. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael, POVH, Dušan. Distributed generation from renewable sources in an isolated DC network. V: ALVAREZ, Carlos (ur.), HAMZA, Mohamed H. (ur.). Proceedings of the Third IASTED International Conference on Power and Energy Systems, September 3-5, 2003, Marbella, Spain, (Series on energy and power systems, ISSN 1482-7891). Anaheim; Calgary; Zürich: ACTA Press, cop. 2003, str. 81-86.
5. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael. Razpršena proizvodnja iz obnovljivih virov v enosmernih porabniških omrežjih. Elektrotehniški vestnik, 2004, letn. 71, št. 4, str. 229-236.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul E: Energetika
Course title:	Module E: Power Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64267

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Rafael Mihalič

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Vloga izkoriščanja energetskih virov pri razvoju civilizacije in družbe, globalni pogled na problematiko oskrbe z energijo, razdelitev energetskih virov in osnovne energetske pretvorbe, konvencionalni viri energije (premog, nafta, plin, vodne sile, jedrska energija, les), za vsakega od virov: nastanek in osnovne značilnosti, osnovni fizikalni principi in tehnologija izkoriščanja, svetovni potenciali, izkoristki, osnovni ekonomski kazalci izkoriščanja, trend porabe, zaloge in poraba v Sloveniji. Nekonvencionalni viri energije (energija sonca, vetra, bibavice, odpadkov, šote, biomase, fuzije, vodikova tehnologija, direktne termične pretvorbe v električno energijo, termoionske pretvorbe, magnetohidrodinamski generatorji). Za vsakega od virov:nastanek in osnovne značilnosti, osnovni fizikalni principi in tehnologija izkoriščanja, svetovni potenciali, izkoristki, osnovni ekonomski kazalci izkoriščanja, trend porabe, zaloge in poraba v Sloveniji. Dileme in tehnične težave zadovoljevanja energetskih potreb z energijo iz sonaravnih virov, vpliv energetskih pretvorb na okolje, ekonomsko ovrednotenje zadovoljevanja energetskih potreb, pogled v prihodnost	The role of energy sources exploitation in the civilization and human society development, global overview of energy supply issues, categorization of energy sources and basic energy conversions, conventional sources of energy (coal, oil, gas, water, nuclear energy, wood), for each of sources: origin and basic characteristics, basic physical principles and technologies of its exploitation, world-wide potential, efficiency, basic economic exploitation indices, consumption and supply trends, Slovenian consumption. Unconventional energy sources (energy of the sun radiation, wind, tide, waste, peat, biomass, nuclear fusion, hydrogen technology, direct thermal conversion to electrical energy, thermoionic conversions, magnetohydrodynamic generator), for each of sources: origin and basic characteristics, basic physical principles and technologies of its exploitation, world-wide potential, efficiency, basic economic exploitation indices, consumption and supply trends, Slovenian consumption. Dilemmas and technical issues of satisfying all energy needs by applying sustainable energy sources, environmental impacts of energy conversion procedures, economic evaluation of supplying energy needs, glance towards the future.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Požar. H.:Osnove energetikeI, II, III, Školska knjiga, Zagreb, 1992
2. Cleveland, Cutler J., Ayres, Robert U.:Encyclopedia of energy : San Diego, Oxford : Academic Press, cop. 2004
3. J. Voršič:Pretvarjanje v električno energijo Maribor : Fakulteta za elektrotehniko,
4. računalništvo in informatiko, 1996
5. Denno, K.: Power system design and applications for alternative energy sources, Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1989
6. Willis, H. Lee, Scott, Walter G.: Distributed power generation : planning and
7. evaluation, New York, Basel : M. Dekker, cop. 2000
8. Smil, Vaclav :Energy at the crossroads : global perspectives and uncertainties : Cambridge, Massachusetts, London, England :MIT Press, cop. 2005
9. Medved, Sašo, Novak, Peter: Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, Ljubljana : Fakulteta za strojništvo, 2000

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmete Energetika je ustvariti širši pogled na problem oskrbe z energijo, saj do napačnih odločitev na področju oskrbe z energijo prihaja ravno zaradi parcialnega pogleda na problematiko. Študent bo spoznal osnovne značilnosti, tehnične možnosti izkoriščanja ter ekonomske kazalce in perspektive pri izrabi primarnih energentov - globalni vidik in lokalne razmere. Ker bo spoznal prednosti in omejitve uporabe sonaravnih virov za zadovoljevanje energetskih potreb naj bi bil sposoben analizirati različne koncepte oskrbe z energijo, o katerih poročajo mediji dnevno in so večinoma dvomljive vrednosti.	The objective of the course on Power Engineering to submit a broad, world-wide overview of energy supply issues, as partial view on the subject is often the main reason for making wrong decisions in the energy supply area. A student gets familiar with basic characteristics, technical possibilities for exploitation and economic indices together with perspectives when using primary energy sources. This goes both for world-wide as well as local perspective. As the student will realize the advantages and limitations of the use of sustainable resources to meet human energy needs, it is supposed to be able to analyze the different concepts of energy supply reported by the media daily and are in general of dubious value.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • razumevati osnovne zakonitosti pri pretvarjanju primarnih energetskih virov v ljudem uporabne oblike, • poznati globalne energetske tokove in trende, • poznati vidike oskrbe (zaloge) in porabe energentov, • razumevati energetske politike, • analizirati koncepte oskrbe z energijo.	After successful completion of the course, students should be able to: • understand basic characteristics of primary energysources conversion to suitable energy form from human-society's point of view, • knowledge regarding global energy trends, • get familiar with aspects of supply (stock) and energy consumption, • understand energy policy, • analyse concepts of energy supply.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje, vodeno projektno delo	Lectures, laboratory practice, project work

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminar, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj in seminarja je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje seminar ustni izpit		Type: laboratory exercises, seminar work, oral exam. Negative grades is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises and seminar work is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises seminar work oral examination
laboratorijske vaje	20,00 %	laboratory exercises
seminar	40,00 %	seminar work
ustni izpit	40,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MIHALIČ, Rafael. "Zelena" energija - bližnjica k energetski neodvisnosti ali slepa ulica?. Elektrotehniški vestnik, 2011, letn. 78, št. 5, str. 245-256.
2. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael. Distributed generation from renewable sources in an isolated DC network. Renewable energy, 2006, vol. 31, iss. 14, str. 2370-2384.
3. MIHALIČ, Rafael. Vetrne elektrarne - ni vse zlato, kar se sveti. V: SLAVINEC, Mitja (ur.). Zgodovinska identiteta sveta ob Muri. Murska Sobota: Pomurska akademsko znanstvena unija PAZU, 2008, str. 30-3
4. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael, POVH, Dušan. Distributed generation from renewable sources in an isolated DC network. V: ALVAREZ, Carlos (ur.), HAMZA, Mohamed H. (ur.). Proceedings of the Third IASTED International Conference on Power and Energy Systems, September 3-5, 2003, Marbella, Spain, (Series on energy and power systems, ISSN 1482-7891). Anaheim; Calgary; Zürich: ACTA Press, cop. 2003, str. 81-86.
5. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael. Razpršena proizvodnja iz obnovljivih virov v enosmernih porabniških omrežjih. Elektrotehniški vestnik, 2004, letn. 71, št. 4, str. 229-236.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul F: Elektronske napajalne naprave
Course title:	Module F: Modern Power Supplies

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64268

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Peter Zajec
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v visokofrekvenčne stikalne pretvornike, osnovne delitve pretvornikov ter pregled temeljnih pojmov; Kvazi-stacionarno delovanje DC/DC pretvornikov (analiza Vs in As ravnotežja, ojačenje vezja, valovitost izhodnih veličin); Obravnava krmilnih in regulacijskih postopkov namenjenih vodenju pretvornika (PWM, phase-shift PWM, DTM, histerezni regulator); Obravnava malo-signalnega modela DC/DC pretvornika (prenosna funkcija, delovanje s trganim in ne-trganim tokom); Obravnava osnovnih komponent (močnostni tranzistorji, prožilna in razbremenilna vezja) in obravnava postopkov njihovega načrtovanja; Obravnava DC/AC pretvornikov za pogon električnih motorjev in za uporabo v sistemih brezprekinitvenega napajanja (UPS) ter fotovoltaičnih sistemih (analiza delovanja, modulacijski principi, harmonski spekter); Obravnava povratnih učinkov naprav na vir napetosti in breme (ukrepi aktivnega in pasivnega filtriranja, faktorji kakovosti izhodnih veličin); Obravnava osnovnih pojmov elektromagnetne kompatibilnosti (izvori in načini razširjanja motenj) in ukrepov (načrtovanje tiskanine pretvornika, kriteriji izbire in izračun elektronskih komponent) za zmanjšanje EM motenj.	Introduction to high frequency switching converters, basic converter types and overview of basic terminology; Quasi-stationary operation of DC / DC converters (analysis of Vs and As equilibrium, circuit gain, output ripple); Introduction to open-loop and closed-loop procedures for controlling the converter (PWM, phase-shift PWM, DTM, hysteresis controller); Addressing the low-signal model of the DC / DC converter (transfer function, continuous and discontinuous current mode operation); Introduction to basic components (power transistors, driver and snubber circuits) and addressing the procedures for their design; Introduction to DC / AC converters for electric motor drives and for use in uninterruptible power supply systems (UPS) and photovoltaic systems (performance analysis, modulation principles, harmonic spectrum); Addressing the feedback effects of devices on the voltage source and burden (active and passive filtering measures, output quality factors); Addressing the basic concepts of electromagnetic compatibility (sources and methods of dissemination of interference) and measures (design of converters' PCB, selection criteria and calculation of electronic components) in order to reduce EM imitations.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. M. Milanovič: Uvod v močnostno elektroniko, učbenik, Univerza v Mariboru, Fakulteta za Elektrotehniko računalništvo in informatiko, Maribor, 1997.
2. P. Zajec: Interna skripta, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za Elektrotehniko.
3. B. K. Bose, Power Electronics And Motor Drives: Advances and Trends. Academic Press, 2010.
4. J. Jacob, Power Electronics: Principles and Applications. Cengage Learning, 2001.
5. T. L. Skvarenina, The Power Electronics Handbook. CRC Press, 2001.
6. T. Williams, EMC for Product Designers. Elsevier Science, 2011.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentu posredovati znanje s področja naprav, ki pretvarjajo električno energijo z visokimi stikalnimi frekvencami. Študent spozna topologije naprav in njim pripadajoče podenote, ki so neobhodne za zanesljivo in varno obratovanje. Predmet poda detajlnejši vpogled v delovanje in znanja za načrtovanje stikalnih napajalnih sistemov od izbire močnostnih elementov do njihove optimizacije. Študent spozna osnovne postopke in veljavnost poenostavitev pri izpeljavi matematičnih modelov, pomembnost parazitnih lastnosti vgrajenih komponent in ukrepe za odpravo in zmanjšanje povratnih vplivov na okolico pretvorniške naprave.	The objective of the course is to provide the student with knowledge about devices that convert electricity with high switching frequencies. The student learns the topology of devices and associated subunits, which are necessary for reliable and safe operation. The subject gives a more detailed insight into the operation and knowledge for designing switching power supply systems from the proper choice of power components to their optimization. The student learns about the basic procedures and the validity of simplifications taken during mathematical modelling, the importance of the parasitics of the embedded components, and the measures for eliminating and reducing the feedback effects on the surroundings of the conversion devices.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • razviti matematični model DC/DC in DC/AC pretvornikov v kvazistacionarnem delovanju in razviti prenosno funkcijo malo-signalnega modela, • opisati vlogo sestavnih komponent, • analizirati delovanje na podlagi izmerjenih potekov tokov in napetosti, • izračunati obremenitev (tok, napetost, moč) posamezne komponente, • razložiti učinke realnih lastnosti komponent na delovanje pretvornika (vpliv parazitnih induktivnosti in kapacitivnosti) • argumentirati ukrepe za odpravo in zmanjšanje povratnih vplivov pretvornikov na vir napetosti, breme in sosednje naprave.	After successful completion of the course, students should be able to: • develop a mathematical (steadystate and small-signal) model for the DC/DC and DC/AC converter, • describe the main components' role, • analyse the operation of the converter on the basis of the measured currents and voltages, • calculate the current, voltage and power stress for each component, • explain the influence of parasitic inductance and capacitance of components on the operation of the converter, • argue the countermeasures for elimination or reduction of the converters' feedback effects on the voltage source, burden and adjacent devices.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so podane teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom postopka reševanja enostavnejših praktičnih izzivov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj, katerih se študentje postopoma seznanjajo s topologijami, krmiljenjem in regulacijo stikalnih pretvornikov. Seznanijo se tudi z merilnimi instrumenti in z najbolj pogostimi nevarnostmi in napakami pri merjenju. Laboratorijski modeli omogočajo sočasno delo dveh ali treh študentov, ki ob koncu semestra poročajo o končnih rezultatih s primerjavo izsledkov iz literature.	The lectures give the theoretical basics of the discussed chapters together with the presentation of the process of solving simpler practical challenges. Students are provided with detailed study material. Practical work is carried out within laboratory exercises, where students gradually become acquainted with topologies, open-loop and closed-loop operation of switching converters. They also learn about measuring instruments and the most common hazards and measurement errors. Laboratory models allow the simultaneous work of two or three students who report the final results at the end of the semester by comparing the results from the literature.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. PETKOVŠEK, Marko, LEBAN, Aleš, NEMEC, Mitja, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Series active power filter for high-voltage synchronous generators, Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, Dec. 2013, vol. 43, no. 4, str. 228-234.
2. FLISAR, Uroš, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Voltage sag independent operation of induction motor based on Z-source inverter, Compel, ISSN 0332-1649, 2012, vol. 31, no. 6, str. 1931-1944.
3. RUPAR, Uroš, LAHAJNAR, Franci, ZAJEC, Peter. Iterative-learning-based torque-ripple compensation in a transverse flux motor, IET control theory & applications, ISSN 1751-8644, 2012, vol. 6, no. 3, str. 341-348.
4. PETKOVŠEK, Marko, KOSMATIN, Peter, ZEVNIK, Ciril, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Measurement system for testing of bipolar plates for PEM electrolyzers, Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2012, letn. 42, št. 1, str. 60-67.
5. OSTROŽNIK, Simon, BAJEC, Primož, ZAJEC, Peter. A study of a hybrid filter, IEEE transactions on industrial electronics, ISSN 0278-0046, Mar. 2010, vol. 57, no. 3, str. 935-942.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul F: Materiali in tehnologije
Course title:	Module F: Materials and Technologies

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64269

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		15			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Danijel Vončina

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Razdelitev elektrotehniških materialov, postopki za določanje lastnosti materialov, kristalografija in izbrane kristalne strukture, kovinski materiali, topnost kovin, zlitine, hladno preoblikovanje kovin, izbrani kovinski materiali in njihove lastnosti, materiali za električne kontakte, kontaktna napetost, termoelektrični pojavi, elektrokemični členi, vodik in gorivne celice, uporovni materiali, superprevodni materiali, spajke in spajkalna zaščitna sredstva. Magnetni materiali: razdelitev magnetnih materialov, magnetni moment pri feromagnetnih materialih, magnetna anizotropija, domene in pregrade, tehnologije izdelave mehkomagnetnih in trdomagnetnih materialov, primeri uporabe magnetnih materialov. Izolacijski materiali oz. dielektriki: vrste polarizacij v snoveh, dielektrične izgube, termoplasti, duroplasti, elastomeri, kompoziti, plini, tekočine, anorganski dielektriki.	Classification of materials in electrical engineering. Determination of material properties. Fundamentals of crystallography. Selected crystal structures of metals. Synthesis and properties of alloys. Thermoelectric effects of metal junctions, electrical contacts. Fundamentals of electrochemistry, batteries and fuel cells. Materials for resistors. Superconductivity. Soldering alloys and fluxes. Soft and permanent magnet materials. Magnetic anisotropy, technology of soft and permanent magnet materials and their applications. Properties of isolation materials. Thermoplastic and duroplastic materials.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. E. Ivers-Tiffee, W. von Munch, "Werkstoffe der Elektrotehnik", Teubner, 2004
2. P. Campbell, "Permanent Magnet Materials and their Application", Cambridge University Press, 1994.
3. E. Steingroever, G. Ross, "Magnetization, Demagnetisation and Calibration of Permanent Magnet Systems", Magnet-Physik, Köln, 1997.
4. C. P. Poole, "Handbook of Supeconductivity", Academic Press, 2000
5. Gerhard Fasching, "Werkstoffe für die Elektrotechnik", Springer Verlag, Wien, 1984.
6. Carl H. Hamann, Andrew Hamnett, Wolf Vielstich, "Electrochemistry", Wiley-VCH, Weinheim, 1998.

7. Michaeli, Greif, Wolters, Vossebürger, "Technologie der Kunststoffe", Carl Hanser Verlag München, 1998.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študenti pridobijo znanje o materialih, ki se uporabljajo v elektrotehniki. S poznavanjem električnih, mehanskih in drugih fizikalnih lastnosti materialov lahko aktivno sodelujejo pri načrtovanju električnih strojev in naprav na področju močnostne elektronike in energetike. Poleg tega pridobijo znanje o postopkih za izdelavo, za preoblikovanje in za izboljšanje specifičnih lastnosti materialov.	Student will get knowledge about materials that are used in the field of electrical engineering. Knowing the electrical, mechanical, chemical and other properties of materials students can be active in design of electrical machines and devices in the field of power electronics and power systems.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni: • diskutirati o materialih in njihovih izdelavnih postopkih, • klasificirati materiale po njihovih električnih, kemičnih in mehanskih lastnostih, • opisati postopke za izboljšanje specifičnih lastnosti materialov, • opraviti testiranje fizikalnih lastnosti materialov, • interpretirati dobljene rezultate pri ovrednotenju materialov, • izbrati materiale pri snovanju novih izdelkov.	After successful completion of the course, students should be able to: • discuss about materials and their technologies, • classify materials by their electrical, chemical and mechanical properties, • describe measures and procedures to improve specific properties of materials, • test materials to evaluate their physical properties, • interpret results of material evaluation, • select material in the process of a new product design.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, laboratorijske vaje, strokovne ekskurzije.	Lectures, laboratory work in small groups (danger of high voltage), professional excursion

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Laboratorijske vaje, izpit. Ocenjevalna lestvica: Ocena 5 je negativna, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje izpit		Type: laboratory exercises, exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: laboratory exercises exam
laboratorijske vaje	30,00 %	laboratory exercises
izpit	70,00 %	exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. PETKOVŠEK, Marko, KOSMATIN, Peter, ZEVNIK, Ciril, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Measurement system for testing of bipolar plates for PEM electrolyzers = Merilni sistem za testiranje bipolarnih plošč PEM elektrolizne celice. *Informacije MIDEM*, ISSN 0352-9045, mar. 2012, letn. 42, št. 1, str. 60-67.
2. LEBAN, Aleš, VONČINA, Danijel. Procesni vir za impulzno bakrenje tiskanih vezij - enota za generiranje tokovnih impulzov. *Elektrotehniški vestnik*, ISSN 0013-585 [Slovenska tiskana izd.], 08, letn. 75, št. 3, str. 105-110.
3. MODRIJAN, Gorazd, PETKOVŠEK, Marko, ZAJEC, Peter, VONČINA, Danijel. Precise characterization of soft-magnetic materials at high saturation = Merjenje lastnosti mehkomagnetnih materialov pri visoki stopnji magnetnega nasičenja. *Informacije MIDEM*, ISSN 0352-9045, jun. 2006, letn. 36, št. 2, str. 95-101.
4. KOSMATIN, Peter, MILJAVEC, Damijan, VONČINA, Danijel. A novel control strategy for the switched reluctance generator. *Przeglęad Elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, 2012, rok 88, no. 7a, str. 49-53.
5. PETKOVŠEK, Marko, LEBAN, Aleš, NEMEC, Mitja, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Series active power filter for high-voltage synchronous generators = Serijski aktivni močnostni filter za visokonapetostne sinhronske generatorje. *Informacije MIDEM*, ISSN 0352-9045, Dec. 2013, vol. 43, no. 4, str. 228-234.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul G: Mobilnost in internet stvari
Course title:	Module G: Mobility and Internet of things

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64271S

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Janez Bešter, Urban Sedlar
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-strokovni // elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Značilnosti mobilnih sistemov (razpoložljiv radijski spekter, pokrivanje s celicami, kapaciteta radijskega kanala, upravljanje mobilnosti). Komercialna mobilna omrežja 2G, 3G in 4G (arhitekture omrežij, posebnosti sodostopa, razvoj jedra, vzpostavljanje povezav, zagotavljanje varnosti). Potrebe interneta stvari po povezljivosti (razvoj mobilnih omrežij v smeri IoT, posebnosti komunikacije IoT, omrežja LTE-M, NB-IoT, SigFox, LoRa primeri). Komunikacijska omrežja za kritično infrastrukturo (namenska omrežja nacionalnega pomena brez prekinitev). Lokalna brezžična omrežja WLAN (različice 802.11b/g/n/ac/ad, načrtovanje in upravljanje omrežij, zagotavljanje QoS in varnosti). Brezžična senzorska omrežja na kratke razdalje (Bluetooth, ZigBee, RFID, NFC in druga). Storitvena področja interneta stvari (pametna mesta, inteligentne stavbe, lokacijske storitve, cestna telematika, zdravstvo, energetika).	Characteristics of mobile systems (available radio spectrum, cellular coverage, radio channel capacity, mobility management). Commercial mobile networks 2G, 3G and 4G (network architectures, multiple access, core evolution, connection establishment, security). Internet of things connectivity issues (evolution of mobile technologies towards IoT, IoT communication requirements, LTE-M, NB-IoT, SigFox, LoRa examples). Critical communications infrastructure (special networks of national importance with high availability). Wireless local area networks WiFi (overview of 802.11b/g/n/ac/ad, planning and management, QoS and security). Short range wireless sensor networks (Bluetooth, ZigBee, RFID, NFC, proprietary). Internet of things applications and services (smart cities, intelligent buildings, location services, road telematics, health services, smart grids).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Sauter, M., From GSM to LTE-Advanced: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband, John Wiley & Sons, Chichester, 2014
2. Chilamkurti, N., Next-Generation Wireless Technologies: 4G and Beyond, Springer-Verlag London, 2013
3. Gratton, D. A., The Handbook of Personal Area Networking Technologies and Protocols, Cambridge University Press, New York, 2013

4. Balani, N., Enterprise IoT: A Definitive Handbook, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015
5. Članki, objavljenih v revijah, npr. / Articles published in magazines, i.e.: IEEE Communications Surveys & Tutorials, http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentu podati sistematičen pregled mobilnih tehnologij ter pripadajočih storitev s področja interneta stvari s poudarkom na razumevanju značilnosti, temeljih delovanja ter razvojnih možnostih. Primeren je za zainteresirane študente vseh smeri.	The objective of the course is to give the students a systematic overview of mobile technologies and their role in the Internet of things scenarios with emphasis on understanding of characteristics, operation principles and development activities. The course is suitable for all interested students not regarding study field.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študentje zmožni: - razložiti delovanje mobilnih, lokalnih in osebnih brezžičnih omrežij - opisati osnovne koncepte storitev na področjih interneta stvari - preučiti potrebe storitev po komunikacijah - izbrati komunikacijske tehnologije na področjih interneta stvari - načrtovati storitvene arhitekture za področje interneta stvari - zasnovati enostavne storitve z upoštevanjem potrebnih gradnikov	After successful completion of the course, students should be able to: - explain the operation of mobile, local and personal wireless networks - describe the basic concepts of services in the fields of the Internet of Things - study the requirements of communication services - choose communication technologies in the fields of the Internet of Things - plan service architectures for the Internet of Things - design simple services, taking into account the necessary building blocks

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. E-izobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.	Lectures for the provisioning of theoretical aspects and laboratory practices with real-case scenarios and solving the problems through team project work. ELearning. Study visits and invited lecturers.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Uspešna izvedba 80 % laboratorijskih vaj je predpogoj za prijavo na pisni izpit. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Successful completion of at least 80 % of the laboratory exercises is prerequisite for the written exam. Contributions to final grade: written exam oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. 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
2. KOS, Andrej, SEDLAR, Urban, KORŠIČ, Luka, VOLK, Mojca, BEŠTER, Janez. Taktična komunikacijska omrežja prihodnosti. V: Trideseta delavnica o telekomunikacijah, 1 in 13. maj 2014, Brdo pri Kranju, Slovenija. SIMIČ, Nikolaj (ur.). Omrežja prihodnosti : zbornik referatov, (VITEL, ISSN 1581-6737). Ljubljana: Elektrotehniška zveza Slovenije, 2014, f. 22-26, ilustr.
3. VODOPIVEC, Samo, BEŠTER, Janez, KOS, Andrej. A multihoming clustering algorithm for vehicular ad hoc networks. International journal of distributed sensor networks, ISSN 1550-1477. [Online ed.], 2014, vol. 2014, str. 1-8.

4. UMBERGER, Mark, HUMAR, Iztok, KOS, Andrej, GUNA, Jože, ŽEMVA, Andrej, BEŠTER, Janez. The integration of home-automation and IPTV system and services. Computer standards & interfaces, ISSN 0920-5489. [Print ed.], Jun. 2009, vol. 31, no. 4, str. 675-68
5. 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.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul G: Terminalske naprave in uporabniški vmesniki
Course title:	Module G: Terminal Devices and User Interfaces

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64270

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Jaka Sodnik
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni – strokovni/elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
1. Komunikacija med človekom in strojem: predstavitev področja in zgodovinski pregled. 2. Človeška zaznava in obdelava informacij: čutila, spomin, razmišljanje, emocije, ergonomija. 3. Lastnosti terminalne opreme: vhodno-izhodne naprave, povezljivost, zgradba, funkcionalnost. 4. Delovanje terminalske opreme: vhodne tehnologije in pripadajoče tehnike, senzorji in biometrika, vizualni vmesniki, zvočni vmesniki, haptični vmesniki, multimedijski vmesniki, vgrajeni sistemi, mobilne naprave. 5. Načrtovanje interakcije človek-stroj: vizualna interakcija, govorna interakcija, večmodalna in mobilna interakcija, interakcija in splet, virtualna okolja. 6. Načrtovanje, razvoj in ovrednotenje uporabniških vmesnikov z upoštevanjem specifičnih omejitev različnih terminalov in zagotavljanje najboljše uporabniške izkušnje. 7. Specifični uporabniški vmesniki in načini interakcije: medicina, vozila in letala, igre, starejši uporabniki, slepi in slabovidni.	1. Man-machine communication: overview and historical background. 2. Human perception and information processing: the senses, memory, thinking, emotions and ergonomics. 3. Properties of terminal equipment: input-output devices, connectivity, architecture, functionality. 4. Operation of terminal equipment: input technologies and related techniques, sensors and biometrics, visual interfaces, audio interfaces, haptic interfaces, multimedia interfaces, embedded systems, mobile devices. 5. The design of human-machine interaction: visual interaction, verbal interaction, multi-modal and mobile interaction, interaction and the Web, virtual environments. 6. Design, development and evaluation of user interfaces by taking into account the specific limitations of different terminals and providing the best user experience. 7. Specific user interfaces and interaction styles: medical, vehicles and aircrafts, games, older users, blind and visually impaired.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Russell Beale, Alan J. Dix, Janet E. Finlay, Gregory D. Abowd: Human-computer Interaction, Prentice Hall, (February 1997), 1997, ASIN 0134372115

2. Serengul Smith-Atakan: Human-Computer Interaction, Middlesex University Press, 2006, ISBN-13: 978-184480454-2
3. Human Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications, Edited by Julie A.Jacko, CRC Press, Taylor&Francis Group, 2012, ISBN 978-1-4398-2943-1.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentu podati znanje za razlikovanje tehnoloških razlik in specifičnosti sodobnih terminalnih naprav. Študent spozna postopke načrtovanja, razvoja in ovrednotenja učinkovitega in uporabniku prilagojenega uporabniškega vmesnika.	The objective of the course is to familiarize students with technological differences and specifics of modern terminal devices. Student will gain the ability to design, develop and evaluate an efficient and user centered user interface.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • razlikovati lastnosti in omejitve terminalne opreme, • izbrati osnovne postopke in zahteve za načrtovanje terminalne opreme, • analizirati in reševati probleme interakcije med človekom in strojem, • analizirati in reševati probleme načrtovanja uporabniških vmesnikov, • izbrati osnovne postopke za načrtovanje uporabniških vmesnikov in uporabniku prilagojenih aplikacij, • izvesti evalvacijo predlagane rešitve.	After successful completion of the course, students should be able to: • differentiate properties and limitations of terminal equipment, • analyse and resolve issues related to user interface design, • analyse and resolve problems in human-machine interaction, • use basic procedures and requirements for terminal equipment design, • use basic procedures for design of user interfaces and user-centred applications, • conduct an evaluation study of the proposed solution.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja s praktičnimi demonstracijami, laboratorijske vaje in izdelava samostojnega projekta pod mentorstvom asistenta.	Lectures with practical demonstrations, lab work and the implementation of individual project under the mentorship of laboratory assistant.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, projekt, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj in projekta je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in projekt ustni izpit		Type: laboratory exercises, project, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises and project is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises and project oral examination
laboratorijske vaje in projekt	50,00 %	laboratory exercises and project
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. SODNIK, Jaka. Uporaba prostorskega zvoka v interakciji človek-stroj : doktorska disertacija. Ljubljana: [J. Sodnik], 2007. 120 str.
2. GUNA, Jože, JAKUS, Grega, POGAČNIK, Matevž, TOMAŽIČ, Sašo, SODNIK, Jaka. An analysis of the precision and reliability of the leap motion sensor and its suitability for static and dynamic tracking. Sensors, ISSN 1424-8220, Feb. 2014, vol. 14, no. 2, str. 3702-3720.
3. DICKE, Christina, JAKUS, Grega, SODNIK, Jaka. Auditory and head-up displays in vehicles. V: KUROSU, Masaaki (ur.). Human-computer interaction : HCI International 2013 : proceedings : 15th International Conference, Las Vegas, NV, USA, July 21-26, 201 Part 2, Applications and services, (Lecture notes in computer science, ISSN 1611-3349, 8005). Heidelberg [etc.]: Springer, 2013, str. 551-560.
4. SODNIK, Jaka, JAKUS, Grega, TOMAŽIČ, Sašo. The use of spatialized speech in auditory interfaces for computer users who are visually impaired. Journal of visual impairment & blindness, ISSN 0145-482X, Oct.-Nov. 2012, vol. 106, no. 10, str. 634-645.

5. SODNIK, Jaka, JAKUS, Grega, TOMAŽIČ, Sašo. Multiple spatial sounds in hierarchical menu navigation for visually impaired computer users. International journal of human-computer studies, ISSN 1071-5819, Jan.-Feb. 2011, vol. 69, no. 1/2, str. 100-112.
6. SODNIK, Jaka, DICKE, Christina, TOMAŽIČ, Sašo, BILLINGHURST, Mark. A user study of auditory versus visual interfaces for use while driving. International journal of human-computer studies, ISSN 1071-5819, May 2008, vol. 66, no. 5, str. 318-332.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul H: Industrijska informatika
Course title:	Module H: Industrial Informatics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64319

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Gašper Mušič

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Modeliranje informacijskih, proizvodnih in logističnih sistemov. Zvezni, hibridni in diskretno-dogodkovni modeli. Modelirni jezik UML. Diskretno-dogodkovna simulacija. Naključne spremenljivke in naključni procesi, sistemi čakalnih vrst. Izvedbe diskretno-dogodkovne simulacije in interpretacija rezultatov. Programska orodja za diskretno-dogodkovno simulacijo. Vizualizacija in animacija v simulaciji. Primeri simulacije proizvodnih in logističnih sistemov. Kompleksni krmilni sistemi. Programirljivi krmilniki v industrijski avtomatizaciji. Standardi razvoja programske opreme krmilnih sistemov, standardni programski jeziki. Modularni in objektno usmerjeni pristopi, načrtovanje z modeli. Industrijska komunikacijska omrežja. Področna vodila, industrijski Ethernet. Odprta povezljivost in standardi. Programska oprema za spremljanje, nadzor in vodenje tehnoloških procesov, sistemi SCADA, programska oprema za zbiranje in analizo podatkov, načrtovanje in izvedba vmesnikov HMI. Podatkovne baze. Relacijski podatkovni model. Povpraševalni jezik SQL. Modeliranje podatkov. Sistemi za upravljanje podatkovnih zbirk.	Modelling of information, production and logistic systems. Continuous, hybrid and discrete-event models. Unified modelling language (UML). Discrete-event simulation. Random variables and random processes, queueing systems. Discrete-event simulation implementation strategies and interpretation of results. Discrete-event simulation software. Visualization in animation in simulation. Production and logistic system simulation examples. Complex control systems. Programmable controllers in industrial automation. Control software development standards, standard programming languages. Modular and object-oriented approaches, model-based design. Industrial communication networks. Fieldbus networks, industrial Ethernet. Open connectivity and standards. Process monitoring, supervision and control software. SCADA systems, data collection and analysis software, HMI design and implementation Databases. Relational data model. Standard query language (SQL). Data modelling. Database management systems.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. T. Boucher, A. Yalcin, Design of Industrial Information Systems, Academic Press, 2006.

2. T. T. Allen, Introduction to Discrete Event Simulation and Agent-based Modeling, Springer, 2011.
3. R. Zurawski, The Industrial Information Technology Handbook, CRC Press, 2005.
4. K.-H. John, M. Tiegelkamp, IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems, Second editon, Springer, 2010.
5. S. Strmčnik, R.Hanus, Đ. Juričić, R. Karba, Z. Marinšek, D.Murray-Smith, H. Verbruggen, B. Zupančič, Celostni pristop k računalniškemu vodenju procesov, 1. izdaja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1998.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Osnove industrijske informatike, predstavitev gradnikov informacijske infrastrukture za spremljanje, nadzor in vodenje tehnoloških procesov. Načela modeliranja in simulacije informacijskih, proizvodnih in logističnih sistemov. Razvoj programske opreme kompleksnih krmilnih sistemov, izvedba sistemov za spremljanje in nadzor tehnoloških procesov.	Basics of industrial informatics, presentation of information infrastructure components for monitoring, supervision and control of technological processes. Principles of modelling and simulation in the study of information, production and logistic systems. Development of complex control application software, implementation of process monitoring and supervisory control systems.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu na bi bili študenti zmožni: • interpretirati diskretnodogodkovne modele informacijskih, proizvodnih in logističnih sistemov, • uporabiti orodja za diskretnodogodkovno simulacijo pri analizi in načrtovanju industrijskih informacijskih sistemov, • vrednotiti rezultate diskretnodogodkovne simulacije, • načrtovati kompleksne programirljive krmilne sisteme, • izbrati primerna razvojna programska orodja za izvedbo industrijskih informacijskih sistemov, • sestaviti poizvedbe po podatkih v sistemu za upravljanje relacijske podatkovne baze, • razviti aplikativno programsko opremo za spremljanje, nadzor in vodenje tehnoloških procesov.	After successful completion of the course, students should be able to: • interpret discreteevent models of information, production and logistic systems, • use discreteevent simulation software in analysis and design of industrial information systems, • evaluate discreteevent simulation results, • design complex programmable control systems, • select suitable engineering software tools for implementation of industrial information systems, • compose data queries in a relational database management system, • develop application software for process monitoring, supervision and control.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in laboratorijske vaje	Lectures, laboratory exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	40,00 %	written exam
pisni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. GRADIŠAR, Dejan, GLAVAN, Miha, STRMČNIK, Stanko, MUŠIČ, Gašper. ProOpter: an advanced platform for production analysis and optimization. *Computers in industry*, ISSN 0166-3615, jun. 2015, vol. 70, str. 102-115,
2. MUŠIČ, Gašper, NAPALKOVA, Liana, PIERA, Miquel Àngel. Performance evaluation of flexible manufacturing systems by coloured timed Petri nets and timed state space generation. V: CAMPOS, Javier (ur.), SEATZU, Carla

(ur.), XIE, Xiaolan (ur.). *Formal methods in manufacturing*, (Industrial information technology series). Boca Raton; London; New York: CRC Press, cop. 2014, str. 381-408.

3. GLAVAN, Miha, GRADIŠAR, Dejan, STRMČNIK, Stanko, MUŠIČ, Gašper. Production modelling for holistic production control. Simulation modelling practice and theory, ISSN 1569-190X, jan. 2013, vol. 30, str. 1-20.
4. MUŠIČ, Gašper, MATKO, Drago. An admissible-behaviour-based analysis of the deadlock in Petri-net controllers. Simulation modelling practice and theory, ISSN 1569-190X, Vol. 16, iss. 8 (Sep. 2008), Elsevier, 2008, str. 1077-1090.
5. MUŠIČ, Gašper, GRADIŠAR, Dejan, MATKO, Drago. IEC 61131-3 compliant control code generation from discrete event models. V: *Proceedings of the 2005 IEEE International Symposium on Intelligent Control and 2005 Mediterranean Conference on Control and Automation, 27-29 June2005, Limassol - Cyprus*. Piscataway (New Jersey): The Institute of electrical and electronics engineering: = IEEE, cop. 2005, str. 346-351.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul H: Proizvodni management
Course title:	Module H: Production Management

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64273

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Gašper Mušič

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Operativno upravljanje proizvodnje. Piramida funkcij vodenja, več-nivojsko vodenje. Vrste proizvodnih procesov in spremljajoče proizvodne strategije. Proizvodni informacijski sistemi. Sistemi ERP, MRP II in MES, sistemi za šaržno vodenje, sistemi za vodenje proizvodnje. Kvantitativne metode v planiranju in vodenju proizvodnje. Planiranje potreb in metode napovedovanja. Linearno in celoštevilsko programiranje. Planiranje proizvodnje in upravljanje zalog. Planiranje in razvrščanje opravil v proizvodnih in servisnih dejavnostih. Modeli in algoritmi za planiranje in razvrščanje. Metode lokalnega iskanja, inteligentne metode in hevristični postopki, razvrščanje z uporabo Petrijevih mrež. Programska orodja za planiranje in razvrščanje. Spremljanje učinkovitosti proizvodnje. Ključni kazalniki in mere učinkovitosti. Skupna učinkovitost naprav (OEE). Razvoj sistemov za spremljanje učinkovitosti. Prikaz kazalnikov učinkovitosti in uporabniški vmesniki. Planiranje in vodenje projektov. Mrežno planiranje, metoda kritičnih poti (CPM), metoda PERT. Programska orodja za vodenje projektov. Integracija in standardizacija pri vodenju in preurejanju proizvodnih procesov. Smeri razvoja sistemov za planiranje in vodenje proizvodnih procesov.	Production operations management. Management and control hierarchy, multi-level control. Classification of production systems and related production strategies. Production information systems. ERP, MRP II and MES systems, batch control systems, production control systems. Quantitative methods in production planning and control. Demand planning and forecasting methods. Linear and mixed integer linear programming. Production planning and inventory management. Planning and scheduling in production and services. Planning and scheduling models and algorithms. Local search methods, artificial intelligence methods and heuristics, Petri net scheduling. Planning and scheduling software. Production performance monitoring. Key performance indicators and performance metrics. Overall equipment efficiency (OEE). Development of performance monitoring systems. Presentation of performance indicators and user interfaces. Project planning. Network analysis, critical path method (CPM), PERT method. Project management software. Integration and standardisation in production process control and re-engineering. Production planning and control systems trends and developments.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. F. R. Jacobs, R. B. Chase, Operations & Supply Chain Management, Mcgraw Hill Higher Education, 2013.
2. T. Christou, Quantitative Methods in Supply Chain Management, Models and Algorithms, Springer, 201
3. M. L. Pinedo, Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, Second edition, Springer, 2009.
4. S. Strmčnik, R. Hanus, Đ. Juričić, R. Karba, Z. Marinšek, D.Murray-Smith, H. Verbruggen, B. Zupančič, Celostni pristop k računalniškemu vodenju procesov, 1. izdaja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1998.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Osnovna načela višjih nivojev vodenja tehnoloških procesov in operativnega upravljanja, predstavitev programske opreme in pripadajočih informacijskih tehnologij za podporo planiranju in vodenju proizvodnje, kvantitativne metode planiranja in vodenja proizvodnje, metode spremljanja učinkovitosti in optimizacije proizvodnih procesov, osnove planiranja in vodenja projektov ter osnove planiranja in razvrščanja opravil v proizvodnih in servisnih dejavnostih.	Basic knowledge of higher control levels in technological processes and basics of operations management, presentation of software and related information technologies in support of production management, quantitative methods of production planning and control, production performance monitoring and optimization of production processes, basic principles of project planning and control, and operations planning and scheduling in production and services.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu na bi bili študenti zmožni: • opisati vlogo operativnega upravljanja pri delovanju proizvodnih sistemov, • povezati ravni planiranja in vodenja proizvodnje s pripadajočimi programskimi orodji v sistemu proizvodne informatike, • formulirati probleme linearnega programiranja za potrebe optimizacije planov proizvodnje • rešiti probleme planiranja in razvrščanja metodami diskretne optimizacije, • vrednotiti razpoložljive metode in algoritme za izvedbo planiranja in razvrščanja opravil v proizvodnih in servisnih dejavnostih. • predstaviti načela spremljanja učinkovitosti proizvodnih procesov, • analizirati plan projekta z uporabo metod projektnega vodenja.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe the role of operations managements in production systems functioning, • link production planning and control levels with corresponding software tools within production information systems, • formulate linear programming problems for production planning optimization • solve planning and scheduling problems with discrete optimization methods, • evaluate available methods and algorithms for implementation of planning and scheduling in production and services. • present production performance monitoring principles, • analyze project plan with the use of project management methods.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in laboratorijske vaje.	Lectures, laboratory exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. GRADIŠAR, Dejan, GLAVAN, Miha, STRMČNIK, Stanko, MUŠIČ, Gašper. ProOpter: an advanced platform for production analysis and optimization. *Computers in industry*, ISSN 0166-3615, jun. 2015, vol. 70, str. 102-115,
2. MUŠIČ, Gašper, NAPALKOVA, Liana, PIERA, Miquel Àngel. Performance evaluation of flexible manufacturing systems by coloured timed Petri nets and timed state space generation. V: CAMPOS, Javier (ur.), SEATZU, Carla (ur.), XIE, Xiaolan (ur.). *Formal methods in manufacturing*, (Industrial information technology series). Boca Raton; London; New York: CRC Press, cop. 2014, str. 381-408.
3. GLAVAN, Miha, GRADIŠAR, Dejan, STRMČNIK, Stanko, MUŠIČ, Gašper. Production modelling for holistic production control. Simulation modelling practice and theory, ISSN 1569-190X, jan. 2013, vol. 30, str. 1-20.
4. ZORZUT, Sebastjan, JOVAN, Vladimir, GRADIŠAR, Dejan, MUŠIČ, Gašper. Closed-loop control of a polymerisation plant using production performance indicators (PIs). International journal of computer integrated manufacturing, ISSN 0951-192X. [Print ed.], 2009, vol. 22, no. 12, str. 1128-1143.
5. MUŠIČ, Gašper, MATKO, Drago. An admissible-behaviour-based analysis of the deadlock in Petri-net controllers. Simulation modelling practice and theory, ISSN 1569-190X, Vol. 16, iss. 8 (Sep. 2008), Elsevier, 2008, str. 1077-1090.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul H: Seminar iz inteligentnega vodenja
Course title:	Module H: Seminar: Intelligent Control

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64275

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
15		60			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Gašper Mušič

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Samostojno projektno delo na različnih področjih uporabe inteligentnega vodenja: - Sodobne metode modeliranja, simulacije in identifikacije za vodenje. - Vodenje kompleksnih sistemov. Načrtovanje kompleksnih, multivariabilnih sistemov vodenja s klasičnimi metodami hierarhičnega vodenja, metodami internih notranjih modelov, oblikovanja glavnih poti in premikanja polov. - Adaptivno vodenje. Osnovni principi adaptivnih sistemov, regulatorji za adaptivno vodenje, samonastavljivi regulatorji, razporejanje parametrov in ojačenja, parametrsko adaptivni sistemi in modelno referenčni sistemi. - Prediktivno vodenje. Pregled najpomembnejših principov in metod prediktivnega vodenja. - Vodenje na osnovi nelinearnih modelov. Načrtovanje regulatorjev za nelinearne sisteme vodenja. Prediktivno vodenje na osnovi mehkih modelov. Adaptivno vodenje na osnovi mehkih modelov. - Planiranje in vodenje proizvodnje. Metode umetne inteligence, hevristični postopki, uporaba več-agentnih sistemov v planiranju in razvrščanju.	Autonomous project work in various application domains of intelligent control: - Modern methods of modelling, simulation and identification for control. - Control of complex systems. Complex multivariable control design methods, hierarchical approaches, internal model control, individual channel design, and pole placement. - Adaptive control. Basic principles of adaptive control systems, adaptive controllers, self-tuning controllers, gain scheduling, parameter adaptive control systems and model reference adaptive control systems. - Predictive control. Major principles and methods of predictive control. - Nonlinear model based control. Controller design for nonlinear systems control. Fuzzy model based predictive control. Fuzzy adaptive control. - Production planning and control. Artificial intelligence methods, heuristics and multi-agent systems in planning and scheduling.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. R. Isermann, Adaptive Control Systems, 199
2. K. J. Astrom, B. Wittenmark, Adaptive control, Second edition, Addison-Wesley, 1995.

3. E. F. Camacho, C. Bordons, Model predictive control, Second edition, Springer, 2007.
4. J. M. Maciejowski, Predictive control with constraints, Prentice Hall, 2001.
5. M. L. Pinedo, Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, Second edition, Springer, 2009.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Seminar združuje znanja strokovnih predmetov celotnega študija in omogoča študentu poglobljeno samostojno projektno delo.	Seminar comprises professional courses knowledge of the studying programme and directs students toward autonomous project work.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu na bi bili študenti zmožni: • identificirati ključne izzive danega projekta in z njim povezanega problema vodenja, • analizirati dinamično obnašanje sistema in/ali vhodno/izhodne podatke o obnašanju sistema, • poiskati primerno metodo reševanja problema vodenja glede na podane zahteve in specifike obravnavanega sistema, • načrtovati vodenje sistemov z uporabo naprednih metod in tehnik računske inteligence, • vrednotiti rezultate projekta, • predstaviti rezultate projekta z računalniško prestavitvijo in pisnim poročilom.	After successful completion of the course, students should be able to: • identify key challenges of a given project and related control problem, • analyze dynamic system behaviour and/or related input/output data, • find suitable method for solving control problem with respect to given requirements and system specifics, • design control systems with advanced techniques and methods of computational intelligence, • evaluate project results, • present project results with computer presentation and written report.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in mentorsko vodeno projektno delo.	Lectures and supervised project work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: projektno delo, predstavitev rezultatov projekta, projektno poročilo. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena projektnega dela je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: projektno delo predstavitev rezultatov projekta projektno poročilo		Type: project work, presentation of project results, project report. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of project work is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: project work presentation of project results project report
projektno delo	40,00 %	project work
predstavitev rezultatov projekta	30,00 %	presentation of project results
projektno poročilo	30,00 %	project report

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. GRADIŠAR, Dejan, GLAVAN, Miha, STRMČNIK, Stanko, MUŠIČ, Gašper. ProOpter: an advanced platform for production analysis and optimization. *Computers in industry*, ISSN 0166-3615, jun. 2015, vol. 70, str. 102-115,
2. MUŠIČ, Gašper, NAPALKOVA, Liana, PIERA, Miquel Àngel. Performance evaluation of flexible manufacturing systems by coloured timed Petri nets and timed state space generation. V: CAMPOS, Javier (ur.), SEATZU, Carla (ur.), XIE, Xiaolan (ur.). *Formal methods in manufacturing*, (Industrial information technology series). Boca Raton; London; New York: CRC Press, cop. 2014, str. 381-408.
3. GLAVAN, Miha, GRADIŠAR, Dejan, STRMČNIK, Stanko, MUŠIČ, Gašper. Production modelling for holistic production control. Simulation modelling practice and theory, ISSN 1569-190X, jan. 2013, vol. 30, str. 1-20.
4. 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, 2012, vol. 66, no. 3, str. 343-357.
5. MUŠIČ, Gašper, MATKO, Drago. An admissible-behaviour-based analysis of the deadlock in Petri-net controllers. Simulation modelling practice and theory, ISSN 1569-190X, Vol. 16, iss. 8 (Sep. 2008), Elsevier, 2008, str. 1077-1090.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul I: Govorne tehnologije
Course title:	Module I: Speech Technologies

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64277

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Simon Dobrišek

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta. • Zaključen dodiplomski študij na področju elektrotehnike ali sorodnih tehniških oziroma naravoslovnomatematičnih ved. • Vpis v 2. letnik podiplomskega študijskega programa II. stopnje Elektrotehnika.	Enrolment in the year of the course • Completed undergraduate study programme in the field of electrical engineering or related engineering or natural and mathematical sciences. • Enrolment in the 2nd year of the Master's study programme of Electrical engineering (2nd cycle).

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod: opis področja, kratek zgodovinski oris razvoja govornih tehnologij, pomen raziskav in pridobivanja znanj na tem področju za slovenski jezik. Osnovne karakteristike produkcije in zaznavanja govora pri govorni komunikaciji med ljudmi. Predstavitve govornih signalov. Računalniška obdelava govornega signala: predobdelava, značilke govornega signala, razčlenjevanje govornega signala, govorne podatkovne zbirke. Sistemi za razpoznavanje govora: verifikacija in identifikacija govorca, razpoznavanje ločeno in vezano izgovorjenih besed ter spontanega govora. Statistično modeliranje akustične in jezikovne predstavitve govora ter njegova pomenska analiza. Umetni govor: zgradba sistemov za umetni govora, grafemsko fonemska pretvorba, modeliranje prozodije, načini tvorjenja umetnega govornega signala. Vrednotenje sistemov za sintezo govora. Sistemi, ki omogočajo dialog z računalnikom: zgradba sistemov, upravljanje dialoga, predstavitev znanja, večmodalnost v sistemih za dialog, vrednotenje sistemov za dialog.	Introduction: description of the field, short outline of the historical development of speech technologies. Importance and developments of speech technologies applications for Slovenian language. Basic characteristics production and auditory perception in human speech communication. Representation of speech patterns. Speech processing: acquisition and preprocessing, speech features, speech signal segmentation, speech databases. Speech recognition systems: speaker recognition and verification, isolated word and continuous speech recognition, spontaneous speech recognition. Statistical acoustic and language modeling, semantic speech analysis. Artificial speech: systems for speech synthesis in general, grapheme-to-phoneme conversion, prosody modeling, speech-synthesis procedures. Assessment of speech synthesis systems. Dialogue: automated dialogue systems in general, system configurations, dialogue management, knowledge representations, multimodality, assessment of dialogue systems

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Mihelič F., Signali, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2014
2. Pavešić N., Razpoznavanje vzorcev: uvod v analizo in razumevanje vidnih in slušnih vzorcev, 3. Popravljena in dopolnjena izdaja, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2012
3. Rabiner L., Schafer R., Theory and Applications of Digital Speech Processing, Prentince Hall, 1. Ed., 2010

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Seznanjanje s področjem govornih tehnologij, spoznavanje samodejnih postopkov za izvajanje različnih nalog s tega področja.	The aim of this course is to acquaint students with the field of speech technologies and introduce various algorithms, techniques, and methods to accomplish tasks related to this field.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • opredeliti osnove načine za opis, predstavitev, tvorjenje ter razpoznavanje govornih signalov, • opisati osnovne značilnosti, gradnike, načine delovanja in zmogljivosti sistemov govornih tehnologij, • uporabiti izbrane programske rešitve za razvoj govorne komunikacije med človekom in strojem, • razlikovati med različnimi nalogami govornih tehnologij ter metodami predstavitve in obdelave, ki se pri tem uporabljajo, • združiti osnovne postopke predstavitve in obdelave govornih signalov v kompleksnejše sisteme za razpoznavanje in sintezo govora, • ovrednotiti točnost in zanesljivost delovanja sistemov govornih tehnologij.	After successful completion of the course, students should be able to:sss • define the main approaches to the representation, description, synthesis and recognition of speech signals, • describe the characteristics, components, structure and capabilities of speech technologies, • use selected programing solutions (APIs) for the development of spoken man – machine communication systems, • distinguish between different tasks of speech technologies and representation and processing methods needed to achieve these tasks, • combine basic procedures for representation and processing of speech data into complex systems for the recognition and synthesis speech, • evaluate the accuracy and reliability of speech technologies systems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
• Predavanja, • Sodelovalno učenje, • laboratorijske vaje, • Seminarska naloga	• Lectures • Interactive teaching • Practical assignements • Seminar work

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminarsko delo, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. - Prispevki k oceni: - Seminarskega delo - Ustni izpita - laboratorijskih vajah.		Type: laboratory exercises, seminar work, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Contributions to final grade: - Seminar work - An oral exam, and - Practical assignements
- Seminarskega delo	50,00 %	- Seminar work
- Ustni izpita	30,00 %	- An oral exam
- laboratorijskih vajah.	20,00 %	- Practical assignements

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. GAJŠEK, Rok, MIHELIČ, France, DOBRIŠEK, Simon. Speaker state recognition using an HMM-based feature extraction method. Computer speech & language, ISSN 0885-2308, Jan. 2013, vol. 27, no. 1, str. 135-150.
2. VESNICER, Boštjan, ŽGANEC GROS, Jerneja, MIHELIČ, France. Fusion of discriminative and generative scoring criteria in GMM-based speaker verification. V: HABERNAL, Ivan (ur.), MATOUŠEK, Václav (ur.). Text, speech and

dialogue : proceedings, (Lecture notes in computer science, ISSN 0302-9743, Lecture notes in artifical intelligence, 6836). Berlin; Heidelberg: Springer, cop. 2011, str. 139-146.

3. PAVEŠIĆ, Nikola, ŽGANEC GROS, Jerneja, DOBRIŠEK, Simon, MIHELIČ, France. Homer II - man - machine interface to internet for blind and visually impaired people. Computer communications, ISSN 0140-3664. [Print ed.], 2003, vol. 26, str. 438-44
4. DOBRIŠEK, Simon, ŽIBERT, Janez, PAVEŠIĆ, Nikola, MIHELIČ, France. An edit-distance model for the approximate matching of timed strings. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, ISSN 0162-8828. [Print ed.], Apr. 2009, vol. 31, no. 4, str. 736-741.
5. MIHELIČ, France. Samodejna obdelava slovenskega govora. *Inženir*, ISSN 1855-0290, 2010, vol. 3, št. 2, str. 54-61.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul I: Seminar iz biometričnih sistemov
Course title:	Module I: Seminar on Biometric Systems

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64278

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
15		60			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Vitomir Štruc
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-strokovni /Elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
• Vpis v letnik predmeta. • Osnove razpoznavanja vzorcev, strojnega učenja, verjetnostne teorije in računalniškega programiranja.	• Enrolment in the year of the course. • The basics of pattern recognition, machine learning, probability theory, and computer programming.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
• Uvod v biometrične sisteme: biometrične značilnosti (biološke, vedenjske), gradniki in faze delovanja sistema (registracija, verifikacija, identifikacija). • Zajemanje bioloških (obraz, prstni odtis, šarenica, roka) in vedenjskih (glas, mimika, rokopis, hoja) značilnosti: merjenje z dotikom in brez dotika, najbolj pogosto uporabljani senzorji. Preverjanje kakovosti in pristnosti zajetih podatkov. • Gradnja eno-modalnih in več-modalnih biometričnih sistemov: viri biometrične informacije, nivoji in metode združevanja biometrične informacije. Primerjava eno- in več-modalnih sistemov. • Vrednotenje biometričnih sistemov: povprečni časi registracije in razpoznavanja, sistemske napake (napake prileganja in odločanja), napaka pri registraciji, napaka pri zajemu. • Preizkušanje biometričnih sistemov: načrt preizkusa, preizkusna populacija ljudi, preizkus registracije, verifikacije in identifikacije, preizkus, ki vključuje ponaredke. Baze biometričnih podatkov za avtomatizirane in ponovljive preizkuse.	• Introduction to Biometric Systems: identifiable biometric characteristics (physiological, behavioural), system components and phases of system operation (enrolment, verification, identification). • Acquisition of Physiological (face, fingerprint, iris, hand palms and geometry) and Behavioural (voice, mimic, handwriting, and gait) Characteristics: contact and noncontact measurement, frequently used sensors. Testing the quality and genuineness of acquired data. • Design of Uni-modal and Multi-modal Biometric Systems: sources of biometric information, levels and methods of biometric information fusion. Comparison of uni- and multi-modal systems. • Evaluation of Biometric Systems: average enrolment and recognition time, biometric system errors (matching and decision errors), enrolment error, data acquisition error. • Testing of Biometric Systems: test plan, person group, testing enrolment, verification and identification processes. Forgery tests. Databases for automated and repeatable tests.

• Standardizacija in varovanje biometričnih podatkov. Etična in kulturološka vprašanja, povezana z uporabo biometričnih sistemov. • Seminarji: razvoj eno- in več-modalnih biometričnih sistemov, uporaba biometričnih sistemov v varnostnih (identifikacijski in potovalni dokumenti, elektronsko poslovanje, elektronski varnostni sistemi) in drugih (pametne sobe in okolja, uporabniku prilagojeno iskanje vsebin) aplikacijah.	• Biometric Standards and Privacy Issues. Ethical and Cultural Issues associated with biometric system applications. • Seminars: development of uni- and multi-modal biometric systems: biometric systems in security (identification and travel documents, e-commerce, e-security systems) and others (smart rooms and environments, user-adapted content search) applications.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- N. Pavešić: Razpoznavanje vzorcev (3. izdaja), Založba FE in FRI, 2012.
- K. Jain, A. A. Ross, K. Nandakumar, Introduction to Biometrics, Springer, 2011.
- R. M. Bolle et al.: Guide to Biometrics, Springer, 2004.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentu podati znanje o osnovnih konceptih in gradnikih biometričnih sistemov za samodejno razpoznavanje ljudi. Študent se seznani z zasnovami biometričnih sistemov in s primeri izvedb takšnih sistemov. Pridobljeno znanje omogoča načrtovanje in razvoj samodejnih sistemov za biometrično razpoznavanje ljudi, ki temelji na uporabi različnih biometričnih načinov, kot je samodejno razpoznavanje obrazov, samodejno razpoznavanje govorcev, samodejno razpoznavanje prstnih odtisov in očesne šarenice itd. Študent se seznani tudi s širšimi pravnimi in etičnimi vprašanji, ki jih odpira uporaba biometričnih tehnologij in se nanašajo na varovanje osebnih podatkov in zasebnosti.	The objective of the course is to provide the student with the knowledge of basic concepts and components of biometric systems that are used for the automatic recognition of people. The student is acquainted with the design of biometric systems and examples of the implementations of such systems. The acquired knowledge enables the design and development of the automatic systems for the biometric recognition of people that are based on the use of various biometric modalities, such as automatic face recognition, automatic speaker recognition, automatic fingerprint and iris recognition, etc. The student is also acquainted with the broader legal and ethical issues raised by the use of biometric technologies that relate to the protection of personal data and privacy.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • opisati osnovne koncepte in gradnike biometričnih sistemov za samodejno razpoznavanje ljudi, • razložiti prednosti in slabosti uporabe biometričnih sistemov za samodejno razpoznavanje ljudi, • pojasniti ključne etične in družbene vidike, ki so povezani z usssporabo biometričnih sistemov, • uporabiti razvojna orodja in biometrične podatkovne zbirke za razvoj biometričnih sistemov, • razviti biometrične sisteme, ki temeljijo na izbranih biometričnih načinih razpoznavanja ljudi ter • ovrednotiti točnosti in zanesljivost delovanja danih biometričnih sistemov.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe the basic concepts and components of biometric systems for the automatic recognition of people, • explain the advantages and disadvantages of the use of biometric systems for the automatic recognition of people, • explain the key ethical and social aspects associated with the use of biometric systems, • use development tools and biometric databases for the development of biometric systems, • develop biometric systems based on the selected biometric method for the automatic recognition of people, and • to evaluate the accuracy and reliability of the given biometric systems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so podane teoretične osnove vseh obravnavanih modelov in metod. Predstavljeni so tudi primeri biometričnih sistemov, ki temeljijo na različnih biometričnih načinih. Študentom je na razpolago skripta	The lectures provide a theoretical background of all the considered models and methods together with the examples of biometric systems that are based on different biometric modalities. Lecture notes with the

z drsnicami s predavanj. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih seminarjev, v okviru katerih študenti izvedejo izbrani seminarski projekt. V okviru seminarjev študenti dobijo tudi dve domači nalogi, ki vključujejo nekaj programerskih nalog ter preizkus in ovrednotenje izbrane biometrične metode. O rezultatih svojih seminarskih projektov študenti poročajo v pisnih poročilih. Svoje delo tudi javno predstavijo predavatelju in drugim študentom, ki so se vpisali na ta predmet.	slides from the lectures are available to the students as the basic study material. Practical work is carried out as part of the laboratory seminars, where the students carry out the selected seminar projects. As part of the seminars, the students also receive two homework assignments that include several programming tasks as well as the evaluation of a selected biometric method. The students report on the results of their seminar projects in written project reports. They also publicly present their work to the lecturer and to the other students who enrolled in the course.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: seminarsko delo, seminarski projekt, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena seminarskega projekta je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: • udeležba na seminarjih, • seminarski projekt, • ustni izpit.		Type: seminar work, seminar project, oral exam. Negative grade is 5, positive grades are grades from 6 to 10. Positive evaluation of the seminar project is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: • participation in seminars, • seminar project, • oral examination.
• udeležba na seminarjih	10,00 %	• participation in seminars
• seminarski projekt	70,00 %	• seminar project
• ustni izpit	20,00 %	• oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. DOBRIŠEK, Simon, ŠTRUC, Vitomir, KRIŽAJ, Janez, MIHELIČ, France. Face recognition in the wild with the probabilistic Gabor-Fisher classifier. V: 11th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG 2015), Ljubljana, Slovenia, May 4-8, 2015. FG 2015. Danvers: IEEE, cop. 2015, b-Wild, str. 1-6.
2. DOBRIŠEK, Simon. Pametni nadzorni sistemi : je to grožnja umetne inteligence. V: 1. dnevi prava zasebnosti in svobode izražanja, [Kranjska Gora, 9. in 10. april 2015]. Zbornik 2015. 1. natis. Ljubljana: IUS Software, GV založba, 2015, str. 134-138.
3. DOBRIŠEK, Simon, GAJŠEK, Rok, MIHELIČ, France, PAVEŠIĆ, Nikola, ŠTRUC, Vitomir. Towards efficient multi-modal emotion recognition. International journal of advanced robotic systems, ISSN 1729-8814, 2013, vol. 10, no. 53, str. 1-10.
4. GAJŠEK, Rok, MIHELIČ, France, DOBRIŠEK, Simon. Speaker state recognition using an HMM-based feature extraction method. Computer speech & language, ISSN 0885-2308, Jan. 2013, vol. 27, no. 1, str. 135-150.
5. KRIŽAJ, Janez, ŠTRUC, Vitomir, DOBRIŠEK, Simon. Towards robust 3D face verification using Gaussian mixture models. International journal of advanced robotic systems, ISSN 1729-8814, 2012, vol. 9, no. 162, str. 1-11.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul I: Slikovne tehnologije
Course title:	Module I: Imaging Technologies

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64276

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Janez Perš
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta Vpis v 2. letnik	Enrolment in the year of the course Enrolment into the second year of studies

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v obravnavane teme, slikovni detektorji in opisniki, aktivni modeli, vizualno sledenje, struktura iz gibanja, večsenzorski sistemi in primeri uporabe. 1. Osnove človeškega vidnega sistema in razlika med človeškim vidom ter klasičnimi metodami računalniškega vida 2. Slikovni detektorji in deskriptorji, SIFT, HOG, MSER, COV, in drugi. Večločljivostni pristopi. 3. Aktivni modeli krivulj, aktivni modeli oblik, aktivni modeli pojavnosti, nivojske množice. 4. Vizualna detekcija in sledenje objektov, sledenje z detekcijo. Sledenje v okviru Bayesovega sekvenčnega rekurzivnega filtriranja. Sledenje s Kalmanovim filtrom. Sledenje s filtri z delci. 5. Struktura iz gibanja, rekonstrukcija iz dveh ali več pogledov z nekalibriranimi ali delno kalibriranimi kamerami. 6. Računalniški in strojni vid v avtomatiki in robotiki.	Introduction, feature detectors and descriptors, deformable models, visual tracking, structure from motion, multi-camera systems, and applications. 1. Basics of the human visual system and differences between human visual system the classic computer vision methods 2. Feature detectors and descriptors, corner detectors, SIFT, HOG, MSER, COV, and others. Multi-resolution, multi-scale approaches. 3. Deformable models, active contour models, active shape models, active appearance models, and level sets. 4. Object detection and tracking, tracking by detection, Bayes sequential recursive filtering, tracking with Kalman filter, tracking with particle filter. 5. Structure from motion, reconstruction from two and multiple views, reconstruction with non-calibrated and weakly calibrated cameras. 6. Computer vision and machine vision in automation and robotics.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. D. Forsyth, J. Ponce, Computer vision, a modern approach, 2nd ed., Pearson 2012.
2. R. Szeliski, Computer vision, Algorithms and applications, Springer 2011.
3. Temeljni članki, objavljeni v znanstvenih revijah (Basic scientific papers, published in scientific journals)

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Spoznati izbrane sedanje in prihodnje probleme ter rešitve s področja računalniškega vida. Priprava študentov na timsko delo, kot tudi na samostojno raziskovalno in razvojno delo.	The aims of this course are to cover selected existing and emerging topics in computer vision, and to prepare students for teamwork, as well as independent work in research and development.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem predmetu bi naj bili študenti zmožni: • Pojasniti razlike med človeškim vidnim sistemom in metodami računalniškega vida • Odločiti se, katere naprednejše metode računalniškega vida so primernejše za problem, ki je pred njimi • Implementirati sodobne algoritme računalniškega vida • Izdelati kompleksne rešitve problemov računalniškega vida, ki vsebujejo več naprednejših metod računalniškega vida • Presoditi, kako dobro delujejo metode računalniškega vida na razpoložljivih podatkih • Predlagati rešitve problemov računalniškega vida iz področij avtomatike in robotike, ki vključujejo uporabo sodobnih, kompleksnih algoritmov.	After successful completion of the course, the students should be able to: • Explain the differences between human visual system and computer vision methods • Decide, which of the advanced computer vision methods is appropriate for the problem at hand • Implement modern computer vision algorithms • Develop complex solutions for computer vision problems, made up of multiple advanced methods • Judge the performance of computer vision methods on the available data • Propose solutions to computer vision problems from the field of automation and robotics that require the use of the advanced and complex algorithms.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s praktičnimi prikazi v jeziku Matlab ali C. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj. Te so zasnovane v obliki večih nalog, v katerih se študentje postopoma seznanjajo s posameznimi algoritmi računalniškega vida ter jih implementirajo ter preizkusijo. Skupino na vajah sestavljata dva ali trije študentje, rezultati pa so v obliki programske kode v jeziku Matlab. Po vsakem delu vaj študentje predstavijo svoje rezultate asistentu. Projektna naloga zahteva rešitev konkretnega primera iz področja strojnega vida, robotskega vida ali uporabe strojnega vida v industriji.	The lectures provide a theoretical background on particular subjects together with practical examples in Matlab or C. Practical work is being performed as the part of laboratory exercises, and is accomplished in the form of multiple assignments, acquainting students with computer vision algorithms. Students work in groups, consisting of two or three students, and the results are in the form of Matlab code. After completing each part, students present their results to the assistant. Homework project addresses the particular problem from the machine vision domain, either robot vision or industrial machine vision applications.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, projektna naloga, zagovor projektne naloge Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k predstavitvi in zagovoru projektne naloge Prispevki k oceni: laboratorijske vaje projektna naloga predstavitev in zagovor projektne naloge prisotnost na predavanjih		Type: laboratory exercises, homework project, defense of the homework project Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the presentation of the homework project Contributions to final grade: laboratory exercises homework project presentation and defense of the homework project attendance at the lectures
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
projektna naloga	30,00 %	homework project
predstavitev in zagovor projektne naloge	20,00 %	presentation and defense of the homework project

prisotnost na predavanjih	10,00 %	attendance at the lectures

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KRISTAN, Matej, SULIĆ KENK, Vildana, KOVAČIČ, Stanislav, PERŠ, Janez. Fast image-based obstacle detection from unmanned surface vehicles. *IEEE transactions on cybernetics*, ISSN 2168-2267, Mar. 2016, vol. 46, no. 3, pp. 641-654.
2. MANDELJC, Rok, KOVAČIČ, Stanislav, KRISTAN, Matej, PERŠ, Janez. Tracking by identification using computer vision and radio. *Sensors*, ISSN 1424-8220, Jan. 2013, vol. 13, no. 1, pp. 241-273.
3. KRISTAN, Matej, KOVAČIČ, Stanislav, LEONARDIS, Aleš, PERŠ, Janez. A two-stage dynamic model for visual tracking. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics. Part B, Cybernetics*, ISSN 1083-4419, Dec. 2010, vol. 40, no. 6, str. 1505-1520.
4. PERŠ, Janez, SULIĆ, Vildana, KRISTAN, Matej, PERŠE, Matej, POLANEC, Klemen, KOVAČIČ, Stanislav. Histograms of optical flow for efficient representation of body motion. *Pattern recognition letters*, ISSN 0167-8655, Aug. 2010, vol. 31, no. 11, str. 1369-1376.
5. PERŠE, Matej, KRISTAN, Matej, KOVAČIČ, Stanislav, VUČKOVIĆ, Goran, PERŠ, Janez. A trajectory-based analysis of coordinated team activity in a basketball game. *Computer vision and image understanding*, ISSN 1077-3142, May 2009, vol. 113, no. 5, str. 612-621.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul J: Internetna omrežja II
Course title:	Module J: Internet Networks 2

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64302S

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Andrej Kos, Janez Bešter
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik študija. Poznavanje vsebin predmetov: Komunikacijski sistemi, Internetna omrežja 1.	Enrolment in the class. Acquaintance with content of the courses: Communication systems, Internet networks 1.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Zagotavljanje povezavnosti v paketnih omrežjih (mehanizmi in signalizacije). Klasifikacija naprednih omrežnih storitev. Osnove MPLS in MetroEthernet. Storitve MPLS. Navidezna zasebna omrežja. Mehanizmi in metode zagotavljanja kakovosti storitev, sinhronizacije in redundance. Mobilnost in omrežna fiksno-mobilna konvergenca. Osnove paketnih kabelskih sistemov. Operaterski omrežni modeli in programirljiva omrežja. Virtualizacija omrežij in računalniških sistemov.	Mechanisms and signalling to provide connection oriented communications in packet networks. Classification of advanced network services. Fundamentals of MPLS and MetroEthernet. MPLS services. Virtual private networks. Mechanisms and methods for quality of service, synchronization, and redundancy. Mobility and fixed-mobile convergence. Fundamentals of packet cable systems. Network operator network models and software defined networking. Network and system virtualization.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Tannenbaum, A.S.: Computer networks, 5th ed., international ed., ISBN 978-0-13-255317-9, 2011, Pearson.
2. Medhi, D., Ramasamy, K.: Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures, ISBN 978-0-120-88588-6, 2007, Elsevier : M. Kaufmann Publishers.
3. Stallings, W.: Data and computer communications, 10th ed., ISBN 978-0-13-350648-8, 2013, Pearson.
4. Fall, K. R., Stevens, W. R.: TCP/IP illustrated. Vol. 1, The protocols, 2nd ed., ISBN 978-0-321-33631-6, 2012, Addison-Wesley.
5. Članki, objavljenih v revijah, npr. / Articles published in magazines, i.e.: IEEE Communications Surveys & Tutorials, http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je podati poglobljen pregled gradnikov, mehanizmov ter sodobnih konceptov delovanja	The objective of the course is to provide an advanced insight into concepts, architectures and protocols in

omrežnih sistemov. Spoznavanje naprednih omrežnih protokolov ter storitev internetnih omrežnih sistemov. Spoznavanje novih povezovalnih načinov ter virtualizacije omrežnih in sistemskih virov. Študenti bodo pridobili potrebna znanja in veščine s teh področij.	modern telecommunication systems. The focus is on advanced network protocols mechanisms, and service models. Students will acquire fundamental knowledge and skills in these fields.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • opisati arhitekturo kompleksnih poslovnih omrežij in arhitekturo kompleksnih operaterskih omrežij, • konfigurirati poslovne omrežne naprave za zagotavljanje naprednih storitev in pri tem uporabiti smiselne kombinacije tehnologij, • konfigurirati operaterske omrežne naprave za zagotavljanje naprednih storitev in pri tem uporabiti smiselne kombinacije tehnologij, • izbrati prave koncepte, arhitekture in funkcionalnosti za zagotavljanje storitev v naprednih poslovnih in operaterskih omrežjih, • zasnovati arhitekturo operaterskih omrežij ter argumentirati odločitve.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe the architecture of complex enterprise network and the architecture of complex operator networks, • configure enterprise network devices to assure advances services, using adequate combinations of technologies, • configure operator network devices to assure advances services, using adequate combinations of technologies, • choose the right concepts, architectures and functionalities to assure services in advanced enterprise and operator environments, • design the architecture of operator networks and argument the decisions.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. Eizobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.	Lectures for theoretical aspects, laboratory exercises and team work for real-case scenarios and problem solving through project work. Elearning. Study visits and invited lecturers.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Opravljene laboratorijske vaje so pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grades is 5, positive grades: from 6 to 10. Completed laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: written exam oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KOS, Andrej, HOMAN, Peter, BEŠTER, Janez. Performance evaluation of a synchronous bulk packet switch under real traffic conditions. IEICE transactions on communications, ISSN 0916-8516, 2003, vol. E86-B, no. 5, str. 1612-1624.
2. RUGELJ, Miha, STERLE, Janez, KOS, Andrej. Funkcionalna in zmogljivostna primerjava odprtokodnih in komercialnih rešitev multicast. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-585 [Slovenska tiskana izd.], 2011, letn. 78, št. 4, str. 211-216, ilustr.
3. KOS, Andrej, BEŠTER, Janez. Evolucija hrbteničnih IP-omrežij v smeri MPLS. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2001, letn. 68, št. 4, str. 200-206.
4. VOLK, Mojca, STERLE, Janez, SEDLAR, Urban, KOS, Andrej. An approach to modeling and control of QoE in next generation networks. IEEE communications magazine, ISSN 0163-680 [Print ed.], Aug. 2010, vol. 48, no. 8, str. 126-135, ilustr.
5. RUGELJ, Miha, SEDLAR, Urban, VOLK, Mojca, STERLE, Janez, HAJDINJAK, Melita, KOS, Andrej. Novel cross-layer QoE-aware radio resource allocation algorithms in multiuser OFDMA systems. IEEE transactions on communications, ISSN 0090-6778. [Print ed.], Sep. 2014, vol. 62, no. 9, str. 3196-3208, ilustr.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul J: Internetne storitve in aplikacije
Course title:	Module J: Internet services and applications

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64301S

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Urban Sedlar

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Evolucija razvoja informacijsko-komunikacijskih storitev. Pregled aktualnih storitvenih področij: komunikacije, informacije, zabava, internet stvari. Storitvene arhitekture in tehnologije za zagotavljanje: operaterskih glasovnih storitev (IP telefonija), operaterskih multimedijskih storitev (IP televizija), internetnih (over-the-top) storitev, spleta, peer-to-peer sistemov in interneta stvari. Računalništvo v oblaku. Poslovni vidiki. Uporabniški vidiki: terminalna oprema, dostopnost, uporabniška izkušnja. Kibernetska varnost na aplikacijskem in uporabniškem nivoju. Regulatorni vidiki, varovanje podatkov in SLA.	Evolution of the information and communication technologies. Overview of service domains: communications, information, entertainment, internet of things. Service architectures and technologies for providing voice services (IP telephony), multimedia services (IP television), internet (over-the-top) services, world wide web, peer-to-peer systems and internet of things. Cloud computing. Business aspects. User aspects: terminal equipment, accessibility, user experience. Cybersecurity on the application and user levels. Regulatory aspects, data protection and SLA.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Plevyak, T., Sahin, V., Next Generation Telecommunications Networks, Services, and Management, Wiley-IEEE Press, 2010, 328 str., ISBN: 978-0470575284
2. Mitra, S., Bhatnagar, G., Introduction to Multimedia Systems, Academic Press, 2001, 300 str., ISBN: 9780125004527
3. Benoit H., Digital Television: Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework, Taylor & Francis, 2008, 978-0-240-52081-0
4. Rashvand, H. F., Alcaraz Calero, J. M., Distributed Sensor Systems: Practice and Applications, 2012, ISBN: 978-0-470-66124-6
5. Članki, objavljenih v revijah, npr. / Articles published in magazines, i.e.: IEEE Communications Surveys & Tutorials, http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Cilj predmeta je študentu podati pregled osnovnih načel delovanja sodobnih internetnih storitev in aplikacij s stališča uporabljanih arhitektur, tehnoloških aspektov in razvojnih ekosistemov. Predmet vključuje spoznavanje problematike zajema in obdelave podatkov v internetnih storitvah in aplikacijah, distribucijo vsebin po internetnih omrežjih, ter pregled uporabniških, poslovnih in regulatornih vidikov internetnih storitev.	The objective of the course is to give the students an overview of the basic principles of operation of internet services and applications from the architectural in technological aspects, as well as the development ecosystems. The course further familiarizes the students with the problems of acquisition and processing of data in internet services and applications, distribution of content over the internet, as well as an overview of user, business and regulatory aspects of internet services.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študentje zmožni: • opisati arhitekture in delovanje sistemov za zagotavljanje sodobnih glasovnih, video in podatkovnih storitev, • razložiti modele računalništva v oblaku in njihove značilnosti, • razložiti pogoste varnostne grožnje in preventivne ukrepe v okolju internetnih storitev, • opisati različne scenarije interneta stvari ter gradnike in tehnike, potrebne za njihovo izvedbo, • zasnovati glasovno, video in podatkovno storitev z upoštevanjem vseh potrebnih gradnikov. • razviti preprosto spletno storitev po več sodobnih razvojnih principih.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe the architectures and operation of systems for providing modern voice, video and data services, • explain different cloud computing models and their properties, • explain the common security threats and preventive measures in internet services, • describe different scenarios of the Internet of Things, the building blocks and techniques needed for their implementation, • design voice, video and data services, taking into account all the. necessary.building blocks • create a webbased service using multiple modern development principles

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. E-izobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.	Lectures for theoretical aspects, laboratory exercises and team work for real-case scenarios and problem solving through project work. E-learning. Study visits and invited lecturers.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Uspešna izvedba 80% laboratorijskih vaj je predpogoj za prijavo na pisni izpit. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Successful completion of at least 80% of the laboratory exercises is prerequisite for the written exam. Contributions to final grade: written exam oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. SEDLAR, Urban, ZEBEC, Luka, BEŠTER, Janez, KOS, Andrej. Bringing click-to-dial functionality to IPTV users. IEEE commun. mag. (Print). [Print ed.], Mar. 2008, vol. 46, no. 3, str. 118-125, ilustr.
2. STERLE, Janez, SEDLAR, Urban, RUGELJ, Miha, KOS, Andrej, VOLK, Mojca. Application-driven OAM framework for heterogeneous IoT environments. International journal of distributed sensor networks, ISSN 1550-1477. [Online ed.], 2016, vol. 2016, str. 1-9, ilustr.
3. KREN, Matej, KOS, Andrej, ZHANG, Yuan, KOS, Anton, SEDLAR, Urban. Public interest analysis based on implicit feedback of IPTV users. IEEE transactions on industrial informatics, ISSN 1551-320 [Print ed.], 2017, vol. , no. , str. 1-10, ilustr.

4. VOLK, Mojca, STERLE, Janez, SEDLAR, Urban. Safety and privacy considerations for mobile application design in digital healthcare. International journal of distributed sensor networks, ISSN 1550-1477. [Online ed.], 2015, vol. 2015, str. 1-12, ilustr.
5. SEDLAR, Urban, RAKAR, Mitja, KOS, Andrej. Big data analysis and cyber-physical systems. V: SIDDESH, Gaddadevara Matt (ur.). Cyber-physical systems: a computational perspective. Boca Raton; London; New York: CRC Press: Chapman & Hall. cop. 2016, str. 465-487, ilustr.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul K: Satelitske komunikacije in navigacija
Course title:	Module K: Satellite Communication and Navigation

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64303

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Boštjan Batagelj

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnove nebesne mehanike, Kepler-jevi zakoni, enačba tirnice satelita, uporabne tirnice satelitov in njihove lastnosti, prevoz satelita v tirnico in popravki tirnice. Vesoljsko okolje, uravnavanje lege in temperature satelita, izvori energije na krovu. Lastnosti radijskih zvez Zemlja-satelit, satelit-satelit in satelit-Zemlja, Doppler-jev pomik v satelitskih zvezah. Načrtovanje telekomunikacijske opreme za satelitske zveze točka-točka, za radiodifuzijo, za mobilno telefonijo, za telekomando in telemetrijo satelita. Zemeljska radionavigacija: pomorska (LORAN), zrakoplovna (VOR, DME, ILS), določanje položaja preko sistemov mobilne telefonije. Satelitska radionavigacija: Doppler-jevi sistemi Transit in Cikada, 3-D sistemi GPS, GLONASS in GALILEO. Primarni in sekundarni radarji, pulzni in FM radarji, Doppler-jevi radarji. Daljinsko zaznavanje, pasivna radiometrija, aktivni radar s sintetično odprtino.	Fundamentals of celestial mechanics, Kepler's laws, equation of satellite orbit, useful satellite orbits and their properties, transport of the satellite into orbit and trajectory adjustments. Space environment, managing the location and temperature of satellite, power sources on board the satellite. Properties of radio links Earth-satellite, satellite-satellite and satellite-Earth, Doppler shift in satellite communications. Design of satellite telecommunications equipment for point-to-point links, broadcasting, mobile telephony, satellite tele-command and telemetry. Ground navigation: Maritime (LORAN) Aeronautical (VOR, DME, ILS), positioning systems based on mobile telephony. Satellite radio-navigation: Doppler systems Transit and Cikada, 3-D systems GPS, GLONASS and GALILEO. Primary and secondary radar, pulse and FM radars, Doppler radars. Remote sensing, passive radiometry, active radar with synthetic aperture.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. BATAGELJ, Boštjan. Satelitske komunikacije: študijsko gradivo. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za sevanje in optiko, 2013. http://lso.fe.uni-lj.si/studij/skn/gradivo/satelitske_komunikacije%20_Batagelj.pdf
2. BATAGELJ, Boštjan. Zbirka rešenih nalog iz satelitskih komunikacij. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za sevanje in optiko, 201 http://lso.fe.uni-lj.si/studij/skn_vs/gradivo/nalogeSK_1_3.pdf
3. Matjaž Vidmar. Radiokomunikacije. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2005. ISBN 961-243-026-8.

4. Matjaž Vidmar. Laboratorijske vaje iz radiokomunikacij. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2000. ISBN 961-6210-79-3.
5. KOSTEVC, Drago. Navigacijske naprave in sistemi. 1. izd. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2011. VI, 89 str., ilustr. ISBN 978-961-243-192-1.
6. Gerard Maral, Michel Bousquet, Zhili Sun, Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology, 5th Edition, ISBN: 978-0-470-71458-4, December 2009.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Spoznavanje osnovnih zakonitosti vesoljske tehnike, možnosti in omejitve radijskih zvez s plovilom v vesolju. Spoznavanje lastnosti satelitskih komunikacij. Spoznavanje osnov zemeljske in satelitske radionavigacije, radio lokacije ter daljinskega zaznavanja.	The purpose of this course is to provide principles and techniques of satellite radio links and basic of navigation systems. Understanding the basic laws of space technology, the possibilities and limitations of communication links with the space orbiter. Understanding the basics of ground and satellite radio-navigation, radiolocation, and remote sensing.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • upravičiti uporabnost vesoljske satelitske tehnike s poudarkom na satelitskih komunikacijskih in radionavigaciji, • razviti programsko orodje za sledenje satelitom in predvidevanje tirnic v realnem času, • verificirati meritve moči signal iz satelita s pomočjo izračuna zaloge moči satelitske zveze na osnovi oddane moči, dobitka antene in slabljenje poti, • izračunati zmogljivost satelitske zveze, • meriti signale in šum v satelitskih komunikacijskih zvezah in navigacijskih sistemih, • določiti položaj objekta s pomočjo sprejetih radionavigacijskih signalov, • razviti satelitski sprejemnik z anteno, filtrom in ojačevalnikom.	After successful completion of the course, students should be able to: • justify the use of space satellite technology with an emphasis on satellite communication and radionavigation, • develop a realtime satellite tracking and orbit prediction software, • verify the measurement signal power from satellite by calculate satellite link budgets using transmit power, antenna gain and radio path loss, • calculate satellite link capacity, • measure signals and noise in satellite communication links and radionavigation systems, • determine a position of an object by received radionavigation signals, • develop a satellite communication receiver with antenna, filter and amplifier.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, in laboratorijske vaje, kjer nekaj problemov spozna tudi praktično in jih skuša v duhu timskega dela reševati.	Lectures, where students are introduced by the theoretical basics and laboratory courses, where some of the problems are solved practically.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	20,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	60,00 %	written exam
ustni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BATAGELJ, Boštjan, PAVLOVIČ, Leon, NAGLIČ, Luka, TOMAŽIČ, Sašo. Convergence of fixed and mobile networks by radio over fibre technology,. Inf. MIDEM, jun. 2011, letn. 41, št. 2, str. 144-149.

2. STOPAR, Bojan, STANIČ, Samo, BATAGELJ, Boštjan, ŠTERN, Andrej, KAMNIK, Roman, BERK, Sandi, FILJAR, Renato, DIMC, Franc (avtor, urednik). Forum GNSS.SI : po prvem srečanju. Portorož: Fakulteta za pomorstvo in promet, 2013. 49 str., ilustr. ISBN 978-961-6044-97-4.
3. MLINAR, Tomi, BATAGELJ, Boštjan. Prihodnost, načrtovanje in razvoj brezžičnih širokopasovnih omrežij. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852, 2013, letn. 80, št. 4, str. 165-170
4. FRÖHLICH, Hubert, BATAGELJ, Boštjan. Širokopasovni mobilni dostop preko satelitskih komunikacij. V: UMEK, Anton (ur.), KOS, Anton (ur.), SODNIK, Jaka (ur.), HUDOBIVNIK, Alojz (ur.). Triindvajseta delavnica o telekomunikacijah, 23 in 2 november 2009, Brdo pri Kranju. *Širokopasovna mobilna omrežja : zbornik referatov*, (VITEL). Ljubljana: Elektrotehniška zveza Slovenije, cop. 2009, str. 40-43.
5. RODIČ, Tomaž, OŠTIR, Krištof, MATKO, Drago, BATAGELJ, Boštjan, PELJHAN, Marko, MALIČ, Barbara, ZWITTER, Tomaž, ŠUŠTAR, Tomaž. Small satellites technologies from newcomers perspective - Slovenian Space-Si case. V: 24th Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites, August 9-12, '10, Logan, USA. *Connecting the dots : bringing visionaries, system implementers & mission sponsors together : proceedings*. [Logan: Utah State University], 2010, str. 1-10.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul K: Visokofrekvenčna tehnika
Course title:	Module K: High-frequency technology

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64304

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Matjaž Vidmar

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-strokovni /elective professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Visokofrekvenčni polprevodniki: diode in tranzistorji. Različni polprevodniki: prepovedan energijski pas in mobilnost nosilcev. Delovna točka ojačevalnika, razredi A,B,C. S-parametri. Stabilnost ojačevalnika. Toplotni šum ojačevalnika. Šumno število. Meritev šuma. Zasičenje ojačevalnika, definicija P1dB. Inter-modulacijsko popačenje, presečna točka IMD. Nelinearna visokofrekvenčna vezja: mešalnik in omejevalnik. Koncentrirani LC in votlinska električna sita. Piezoelektrični mehanski resonatorji, kremenčevi kristali in SAW naprave. Električni oscilatorji. Kratkoročna in dolgoročna stabilnost. Fazni šum oscilatorja. Frekvenčni sintetizatorji. Fazno-sklenjene zanke, stabilnost zanke in fazni šum. Izvedba radijskega oddajnika. Zasnova radijskega sprejemnika: homodinski, heterodinski in ničelna medfrekvenca. Izločanje nosilca in takta v sprejemniku.	High-frequency semiconductor devices: diodes and transistors. Different semiconductors, band-gap and carrier mobility. Amplifier operating point, classes A,B,C. S-parameters. Amplifier stability. Amplifier thermal noise. Noise figure. Noise measurements. Amplifier saturation, definition of P1dB. Inter-modulation distortion, IMD intercept point. Non-linear high-frequency circuits: mixer and limiter. Lumped LC and cavity electrical filters. Piezoelectric mechanical resonators, quartz crystals and SAW devices. Electrical oscillators. Short-term and long-term stability. Oscillator phase noise. Frequency synthesizers. Phase-locked loops, loop stability and phase noise. Implementation of radio transmitters. Basic designs of radio receivers: homodyne, heterodyne and zero intermediate-frequency designs. Carrier and clock recovery in radio receivers.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Priročnik za laboratorijske vaje: http://antena.fe.uni-lj.si/literatura/vt.pdf
2. Kostevc, D., Poglavja iz mikrovalov, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2005
3. Vidmar, M., Radiokomunikacije, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2005
4. Vidmar, M., Laboratorijske vaje iz Radiokomunikacij, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2000
5. http://antena.fe.uni-lj.si/literatura/

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Spoznavanje specifičnih elementov vezij in sistemov za visoke frekvence. Spoznavanje specifičnih postopkov meritev, analize in sinteze vezij za visoke frekvence. Spoznavanje osnovnih sistemskih znanj o radio-komunikacijah.	Learning specific circuit components and systems for high frequencies. Learning specific methods of measurements, analysis and synthesis of high-frequency circuits. Learning fundamental system knowledge of radio communications.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - izmeriti osnovne gradnike radijskih oddajnikov in sprejemnikov - določiti občutljivost radijskega sprejemnika in izmeriti njegovo šumno število - izmeriti izhodno moč, izkoristek in intermodulacijsko popačenje radijskega oddajnika - izbrati primerna sita v različnih tehnologijah za radijsko opremo - določiti fazni šum visokofrekvenčnega oscilatorja - načrtovati radijski frekvenčni sintetizator s fazno-sklenjeno zanko - izbrati najprimernejšo tehnologijo za radijski sprejemnik	After successful completion of the course, students should be able to: - characterize the building blocks of radio transmitters and receivers - find the sensitivity of a radio receiver and measure its noise figure - measure the output power, efficiency and intermodulation distortion od a radio transmitters - select appropriate filters in different technologies for radio equipment - find the phase-noise performance of a radio-frequency oscillators - design a radio-frequency synthesizer including a phase-locked loop - select the most appropriate technology for a radio receiver

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, in laboratorijske vaje, kjer nekaj problemov spozna tudi praktično in jih skuša v duhu timskega dela reševati.	Lectures to explain the theoretical background and laboratory experiments to practically confirm the theory in the spirit of team work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena pisnih tihih vaj in hkati pozitivna ocena laboratorijskih vaj so pogoj za pozitivno končno oceno. Kandidat lahko popravi negativno oceno pisnih tihih vaj, negativno oceno laboratorijskih vaj oziroma izboljša skupno pozitivno končno oceno na neobveznem ustnem izpitu. Prispevki k oceni: pisne tihe vaje laboratorijske vaje ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, optional oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive grades of both written midterm exams and laboratory exercises are a prerequisite for a final positive grade. A negative grade of the written midterm exam and/or a negative grade of laboratory exercises can be corrected with an optional oral examination as well as improving a final positive grade. Contributions to final grade: written midterm exams laboratory exercises oral examination
pisne tihe vaje	50,00 %	written midterm exams
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
ustni izpit, po potrebi		oral examination, if required

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BOGATAJ, Luka, VIDMAR, Matjaž, BATAGELJ, Boštjan. Opto-electronic oscillator with quality multiplier. IEEE transactions on microwave theory and techniques, ISSN 0018-9480. [Print ed.], Feb. 2016, vol. 64, no. 2, str. 663-668.
2. TRATNIK, Jurij, LEMUT, Primož, VIDMAR, Matjaž. Time-transfer and synchronization equipment for high-performance particle accelerators = Prenos takta in sinhronizacijska oprema za visoko-zmogljive pospeševalnike osnovnih delcev. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, jun. 2012, letn. 42, št. 2, str. 115-12

3. STEED, Robert J., PAVLOVIČ, Leon, NAGLIČ, Luka, VIDMAR, Matjaž, et al. Hybrid integrated optical phase-lock loops for photonic terahertz sources. IEEE journal of selected topics in quantum electronics, ISSN 1077-260X. [Print ed.], Jan./Feb. 2011, vol. 17, no. 1, str. 210-217.
4. TRATNIK, Jurij, VIDMAR, Matjaž. 2.8 GHz - 5.7 GHz very fast UWB CCO using discrete-packaged SiGe RF transistors = 2,8 GHz - 5,7 GHz zelo hiter ultra širokopasoven tokovno krmiljen oscilator z diskretnimi SiGe RF tranzistorji. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2011, letn. 41, št. 1, str. 70-72.
5. RASPOR, Adam, VIDMAR, Matjaž. Two double-ring cavity antennas in 19-22 dBi directivity range. Electronics letters, ISSN 0013-5194. [Print ed.], Dec. 2009, vol. 45, no. 25, str. 1288-1289.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul L: Operacijske raziskave v telekomunikacijah
Course title:	Module L: Operations research in telecommunications

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64243E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

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 letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Algoritem in numerična analiza (algoritem, časovna in prostorska zahtevnost). Teorija grafov (opis, operacije na grafih, osnovni grafovski algoritmi, izbrane lastnosti grafov). Uvod v operacijske raziskave in optimizacijo. Optimizacijska naloga (formulacija, tipi rešitev, kriterijske funkcije). Linearno programiranje in celoštevilsko programiranje (predstavitev, simpleksna metoda, primeri iz TK). Analiza mreže (maksimalen pretok, minimalna cena, najkrajša pot). Nelinearna optimizacija (gradientna in Newtonova metoda, optimizacija pri pogoju). Markovski verige (klasifikacija stanj, ergodičnost, uporaba). Teorija časovnih vrst in teorija čakalnih vrst (osnovna analiza). Pomembne aplikacije v TK. Optimalnost s stališča uporabnikove interakcije in optimizacija z uporabnikom v središču.	Algorithm and numerical analysis (algorithm, time and space complexity). Graph theory (description, operations on graphs, basic graph algorithms, the properties of graphs). Introduction to operational research and optimization. Optimization task (formulation of solutions, cost function). Linear programming and integer programming (simplex method, examples from TC). Network analysis (maximum flow, minimum price, shortest path). Nonlinear optimization (gradient and Newton methods, optimization). Markov chains (classification of states, ergodicity). Time series and traffic models, queuing theory (primary analysis). Important applications in telecommunications. Optimal user interaction and the user-centric optimization.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. W. L. Winston: Operations research Applications and Algorithms, Brooks/Cole, 2004.
2. Mauricio G.C. Resende, Panos Pardalos: Handbook of Optimization in Telecommunications, Springer, 2006.
3. M. W. Carter, C. C. Price: Operations Research, A Practical Introduction, CRC Press, 2000.
4. M. X. Cheng, Y. Li, D.-Z. Du: Combinatorial Optimization in Communication Networks, Springer, 2006.
5. A. Košir: Operacijske raziskave v telekomunikacijah, Založbe FE in FRI, 2013.

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Spoznavanje osnov optimizacijskih metod in algoritmov. Spoznavanje osnovnih principov optimizacije in njenih postopkov z aplikacijo v telekomunikacijah. Spoznavanje različnih možnosti optimizacije in racionalizacije procesov ter postopkov v telekomunikacijah. Spoznati razrede optimizacijskih problemov in njihovih osnovnih rešitev.	Basics optimization methods and algorithms. Understanding the basic principles of optimization and its procedures with application in telecommunications. Getting to know the various options to optimize and streamline processes and procedures in telecommunications. Getting to know selected classes of optimization problems and their basic solutions.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • Klasificirati tip optimizacijskega problema kot so linearno programiranje, nelinearna optimizacija itd; • Razviti in zgraditi optimizacijski problem s kriterijsko funkcijo na podlagi opisa realne situacije. • Analizirati optimizacijski algoritem v smislu računske in prostorske zahtevnosti • Izbrati ustrezne metode in orodja glede na predstavljene lastnosti problema. • Poznati uporabo operacijskih raziskav na področju telekomunikacij • Uporabiti programska in matematična orodja za reševanje optimizacijskih problemov.	After successful completion of the course, students should be able to: • To classify the type of the optimization problem such as linear program, nonlinear optimization etc; • To development and design an optimization problem and its objective function based on a description of a real situation. • To perform time and space complexity of an optimization algorithm • To select the most appropriate method and tool based on the problem description. • Know the role of operational research in the field of telecommunications • Using the software and mathematical tools to solve the selected optimization task

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja podajajo teoretične osnove in osnovne načine sklepanja, ki so redno podkrepljeni s primeri. Avditorne vaje podajajo več primerov z namenom izboljšanja analitičnih spretnosti in osvetljevanja dodatnih vidikov. Oba procesa sta podprta z uporabo Jupyter Python okolja in drugimi programskimi orodji, ki omogoča prikaze v predavalnici in prostovoljno konstruktivno delo študentov doma. Gre za pokrivanje obvladljivih primerov optimizacijskih problemov	Lectures provide theoretical backgrounds and basic reasoning supported by illustrative examples. Tutorials adds more examples and focus on improvement of analytical skills of students. Both methods are supported by the Jupyter Python system and selected software optimization tools allowing hands-on learning and voluntary student's work at home. It covers analyzable examples of optimization problems.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: Poročila, projekt, pisni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Sprejeta poročila so pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: Poročila lab. vaj Skupinski projekt Ustni izpit		Type: Reports, group project and oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of lab reports is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: Lab reports Group project Oral exam
Poročila lab. vaj	30,00 %	Lab reports
Skupinski projekt	30,00 %	Group project
Ustni izpit	40,00 %	Oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MEŽA, Marko, KOŠIR, Janja, STRLE, Gregor, KOŠIR, Andrej. Towards automatic real-time estimation of observed learner's attention using psychophysiological and affective signals : the touch-typing study case. IEEE access, ISSN 2169-3536, 2017, vol. , str. 1-18.
2. VODLAN, Tomaž, TKALČIČ, Marko, KOŠIR, Andrej. The impact of hesitation, a social signal, on a user's quality of experience in multimedia content retrieval. Multimedia tools and applications, 2015, vol. 74, no. 17, str. 6871-6896.
3. DROFTINA, Uroš, ŠTULAR, Mitja, KOŠIR, Andrej. A diffusion model for churn prediction based on sociometric theory. Advances in data analysis and classification, 2015, vol. 9, iss. 3, str. 341-365.

4. PESKO, Marko, JAVORNIK, Tomaž, VIDMAR, Luka, KOŠIR, Andrej, ŠTULAR, Mitja, MOHORČIČ, Mihael. The indirect self-tuning method for constructing radio environment map using omnidirectional or directional transmitter antenna. EURASIP Journal on wireless communications and networking, 2015, vol. 2015.
5. ODIĆ, Ante, TKALČIČ, Marko, TASIČ, Jurij F., KOŠIR, Andrej. Predicting and detecting the relevant contextual information in a movie-recommender system. Interacting with computers, 2013, vol. 25, no. 1, str. 74-90.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul L: Varnost informacijsko komunikacijskih sistemov
Course title:	Module L: Information and communication systems security

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64299E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Sašo Tomažič

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 letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Vidiki varnosti (avtentičnost, zasebnost, tajnost, nezanikanje, dostopnost). Varovanje komunikacijsko informacijskih sistemov (varnostna politika, nevarnosti, avtentikacija, avtorizacija, požarni zidovi, protivirusna zaščita). Pretočni šifrirni postopki. Simetrični bločni šifrirni postopki (DES, IDEA, AES). Asimetrični šifrirni postopki (eksponentna izmenjava ključev, RSA, eliptične krivulje). Zgostitvene funkcije (MD5, SH1). Digitalni podpis. Upravljanje s ključi (overila, overjanje, infrastruktura javnih ključev). Kriptoanaliza.	Aspects of security (authentication, privacy, confidentiality, non-repudiation, accessibility). Protection of communication and information systems (security policy, threats, authentication, authorization, firewalls, anti-virus protection). Stream chippers. Symmetric key encryption (DES, IDEA, AES). Asymmetric key encryption (exponential key exchange, RSA, elliptic curves). Hash functions (MD5, SH1). Digital signature. Key management (certificates, authentication, public key infrastructure). Cryptanalysis.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Sašo Tomažič, Varnost informacijsko komunikacijskih sistemov, 2014 (Objavljena elektronska knjiga kot študijsko gradivo).
2. A. J. Menezes, P. C. Oorschot, Scott A. Vanstone, Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1997.
3. G. J. Simmons (editor), Contemporary Criptology, The Science of Information Integrity, IEEE Press, 1991.
4. M. Jagodič, S. Tomažič (urednika), Varnost in zaščita v telekomunikacijskih omrežjih. Elektrotehniška zveza Slovenije, Ljubljana, 1997.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Spoznavanje osnovnih principov varovanja podatkov tako pri prenosu kot shranjevanju in dostopu do podatkov. Spoznavanje nevarnosti in različnih načinov za zagotavljanje varnosti informacijsko komunikacijskih sistemov.	To understand the basic principles of data protection during their transfer and storage. To understand security in data access. To understand the threats and different ways to secure information and communication systems.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študentje zmožni: • prepoznati nevarnosti, ki pretijo IKT sistemom, • prepoznati različne spletne prevare, • zaščititi IKT sistem, • zagotavljati celovitost elektronskih dokumentov, • oceniti varnost IKT sistema, • zasnovati varnostno politiko.	After successful completion of the course, students should be able to: - identify threats to ICT systems, - identify various online scams, - protect the ICT system, - ensure the integrity of electronic documents, - assess the security of the ICT system, - design a security policy.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, in laboratorijske vaje, kjer nekaj problemov spozna tudi praktično in jih skuša v duhu timskega dela reševati.	Lectures and lab work. In lectures the students gain theoretical background and in lab they gain some practical experience.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: Laboratorijske vaje Pisni izpit		Negative grade is 5, positive grades are from 6 to 10. Positive exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: Laboratory exercises Written exam.
Laboratorijske vaje	30,00 %	Laboratory exercises
Pisni izpit	70,00 %	Written exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. TOMAŽIČ, Sašo (urednik, avtor). VIKING : varna informacijsko komunikacijska infrastruktura naslednje generacije : zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu v okviru ciljnega raziskovalnega programa (CRP) "Znanje za varnost in mir 2004-2010". Ljubljana: Univerza, Fakulteta za elektrotehniko, 2006.
2. TOMAŽIČ, Sašo, VIDMAR, Tone, CIGLARIČ, Mojca, PANČUR, Matjaž, KREVL, Andrej, ZAVEC, Aleš, KOS, Anton. Varnostne politike in standardi varovanja informacij : projekt "Viking". Ljubljana: Univerza v Ljubljani, 2005.
3. TOMAŽIČ, Sašo. Varnost v telekomunikacijah in kako jo zagotoviti. Štirinajsta delavnica o telekomunikacijah, Brdo pri Kranju, 2003, str. 9-14.
4. ŽNIDAR, Simon, TOMAŽIČ, Sašo. Načrtovanje varnostne politike. Peta delavnica o telekomunikacijah, Brdo pri Kranju, 1997, str.1-10.
5. TOMAŽIČ, Sašo. Celovitost podatkov in veda o šifriranju, Peta delavnica o telekomunikacijah, Brdo pri Kranju, 1997. str. 1-14.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Motnje v elektroenergetskem sistemu
Course title:	Power System Disturbances

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64217

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Rafael Mihalič
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Normalna in nenormalna stanja v EES, tokovne in napetostne preobremenitve v EES, pomen določitve tokovnih obremenitev v EES na dimenzioniranje elementov EES in na koordinacijo nadtokovne medfazne in zemeljskostične zaščite, fizikalno ozadje pojavov ob medfaznih in zemeljskostičnih napakah, izračun kratkostičnih in zemeljskostičnih veličin s teorijo simetričnih komponent, določitev značilnih kratkostičnih in zemeljskostičnih veličin glede na standarde, princip in metode izračuna kratkostičnih in zemeljskostičnih veličin s programskimi orodji, prekinitve vodov, metode in smisel ozemljevanja nevtralne točke, načini ozemljevanja nevtralne točke, vpliv ozemljevanja na zemeljskostične razmere in stikalne prenapetosti v omrežju, osnovne značilnosti obratovanja ozemljenih in neozemljenih omrežij, osnovni principi izklapljanja kratkostičnih in zemeljskostičnih tokov in fizikalna slika dogajanja v stikalnih napravah ob izklopu kratkostičnih veličin.	Normal and emergency conditions in electric power systems (EPS), current and voltage stresses in EPS, significance of current stresses determination in EPS for dimensioning process as well as earth and phase overcurrent protection coordination, physical background of phenomena during phase-to-phase and earth faults, phase-to-phase and earth-fault currents calculation by applying symmetrical components approach, calculation of characteristic fault parameters according to appropriate standards, principles and methods for phase-to-phase and earth-fault current calculation applying computer software tools, electrical conductor interruption, methods and reasons for neutral-point earthing, impact of neutral earthing on earth-fault currents and switching overvoltages in EPS, basic principles of fault currents switching and description of physical conditions in switching devices during fault current switching.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Roeper, Richard: Kratkostični tokovi v trifaznih omrežjih :časovni potek in izračun veličin, Ljubljana : Fakulteta za elektrotehniko, 1987
2. International standard IEC 60909: Short-circuit currents in three-phase a.c. systems
3. Papič, P. Žunko: Elektroenergetska tehnika I, Založba FE in FRI, 2005.
4. Das, J. C.: Power system analysis : short-circuit load flow and harmonics, New York : Marcel Dekker, cop. 2002.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj predmeta Motnje v elektroenergetskem sistemu je podati razumevanje fizikalnega ozadja nastanka napetostnih in predvsem tokovnih obremenitev v elektroenergetskem sistemu (EES) ob nastopu motenj (kratkostičnih, zemeljskostičnih napak v sistemu). Študent spozna pomen poznavanja kratkostičnih in zemeljskostičnih veličin za dimenzioniranje EES in koordinacijo nadtokovne zaščite, nauči se metod njihovega izračuna in spozna standarde s tega področja. V smislu obnašanja sistema ob motnjah bo razumel načine in metode ozemljevanja elektroenergetskih omrežij ter osnovne metode in fizikalne principe za izločitev elementov EES, ki so vzrok motenj. Pridobljeno znanje je podlaga za načrtovanje elementov EES, segmentov EES ter razumevanje in koordinacijo zaščitnih sistemov v EES.	The objective of the course on Power System Disturbances is to submit understanding the physical background of phenomena leading to appearance of overvoltages and current overloading in EPS (line-to-line faults, earth-faults). A student learns the importance of knowing fault- and earth-current parameters for dimensioning process of EPS elements and setting-up overcurrent protection, further learns the methods of fault calculation and meets the standards in this field. In terms of behaviour of the system in case of disturbances, he will understand the ways and methods of an EPS neutral point grounding as well basic methods and physical principles for elimination of EPS elements that represent a source of system disturbances. The knowledge acquired is fundamental in planning elements and parts of an EPS as well as for understanding of protection system and a protection coordination.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • poznati vzroke za nastanek kratkostičnih in zemeljskostičnih okvar, • uporabiti metode za izračun kratkostičnih in zemeljskostičnih okvar, • analizirati rezultate izračuna kratkostičnih in zemeljskostičnih okvar pri dimenzioniranju elementov EES in koordiniranju nadtokovne zaščite, • poznati načine za omejevanje kratkostičnih in zemeljskostičnih tokov in izbrati ustrezne naprave, • analizirati vplivne veličine, ki določajo višino okvarnih tokov, • poznati odziv generatorjev na okvaro in razlikovati med odzivi pri različnih tipih vzbujalnih sistemov.	After successful completion of the course, students should be able to: • know the causes of short and earth faults, • use calculation methods for phaseto-phase and earth-fault currents, • analyse lineto-line and earth-fault currents calculation results in dimensioning process of EPS elements and overcurrent protection coordination, • knowing methods for restraining/limiting lineto-line and earth-fault currents and and select appropriate devices, • analysing EPS parameters influencing faultcurrent level, • know response of generators to a fault and distinguish between responses in different types of excitation systems.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja in laboratorijske vaje	Lectures and laboratory practice

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grades is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	25,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael. Fault-current limitation in Slovenian electric-power transmission system. V: 23. mednarodno posvetovanje Komunalna energetika, 13. do 15. maj 2014, Maribor, Slovenija = 23rd International Expert Meeting Power Engineering, May 13th to 15th 2014, Maribor, Slovenia. Maribor: Fakulteta

za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, 2014, str. 1-11, ilustr. http://ke.powerlab.uni-mb.si/arhiv/document.aspx?id=117. [COBISS.SI-ID 10733140]
2. MIHALIČ, Rafael. Moderni načini načrtovanja koordinirane nadtokovne zaščite. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-585 [Slovenska tiskana izd.], 1999, let. 66, št. 3, str. 153-161, graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 1533012], [SNIP]
3. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael. Analysis of methods for limiting fault currents in high-voltage electric-power networks. V: 8th International Conference on Deregulated Electricity Market Issues in South-Eastern Europe, 24-25 September 2013, Cavtat, Croatia. DEMSEE 201 [S. l.: s. n.], 2013, str. 1-6, ilustr. [COBISS.SI-ID 10474580]
4. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael. Ukrepi za učinkovito obvladovanje kratkostičnih moči v prenosnih elektroenergetskih omrežjih. V: Enajsta konferenca slovenskih elektroenergetikov, Laško, 27.-29. maj 2013. [Ljubljana: Slovensko društvo elektroenergetikov CIGRÉ - CIRED], 2013, str. 1-10, ilustr. [COBISS.SI-ID 9910612]
5. MIHALIČ, Rafael, AŽBE, Valentin. Koordinacija nadtokovne zaščite v termoelektrarni Šoštanj. V: Referati in predstavitve, paneli, kataložni zapis, ostalo. Ljubljana: Slovensko društvo elektroenergetikov CIGRÉ - CIRED, 2009, str. 1-6, ilustr. [COBISS.SI-ID 7098196]

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Načrtovanje digitalnih vezij
Course title:	Digital design

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64223

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Matej Možek

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
"Programiranje I" in "Programiranje II" ter opravljen izpit "Razvoj digitalnih sistemov" ali "Digitalne strukture" Pogoj za opravljanje pisnega izpita je pozitivna ocena laboratorijskih vaj.	Introductory course: "Computer science" and introductory course on HDL circuit design A positive lab. course grade is a prerequisite to any type of written examination.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
VHDL: vedenjsko in strukturno modeliranje. Načrtovanje na algoritemskem in registrskem nivoju (RTL). Metode simulacije in "Testbench". Modeliranje za sintezo. Programabilna vezja PLD. Osnove programabilnih vezij FPGA. Kompleksna kombinacijska aritmetična vezja v VHDL: paralelni števniki, množilniki. Načrtovanje končnih avtomatov z VHDL. Različni načini implementacije končnih avtomatov - upoštevanje specifičnih lastnosti avtomatov. Implementacija kompleksnega digitalnega sistema v jeziku VHDL. Asinhronska sekvenčna vezja: sinteza, uporaba. CORDIC algoritmi. Mikroprocesor.	VHDL: behavioral and structural modeling Design of digital circuits on algorithmic level and RTL (register transfer level). Simulation methods and "Testbench". Synthesis modeling. Programmable PLD circuits. Fundamentals of programmable circuits FPGA. Complex combinatorial arithmetic circuit in VHDL: Parallel counters, multipliers. Design of finite state automata in VHDL. Different implementations of finite state automata considering their specific properties. Implementation of a complex digital system in VHDL. Asynchronous circuits: Synthesis, Implementation. CORDIC algorithms. Microprocessor.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Brown, Stephen D. Vranesic, Zvonko G. "*Fundamentals of digital logic with VHDL design*", 2005 McGraw-Hill, ISBN 007-246085-7

2. Katz, Randy H., Borriello, Gaetano "*Contemporary logic design*", 2005, Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, ISBN 0-201-30857-6
3. Mano, M. Morris, Kime, Charles R. "*Logic and computer design fundamentals*", 2008 Upper Saddle River : Pearson Prentice Hall, 978-0-13-206711-9
4. Parhami, Behrooz "*Computer architecture : from microprocessors to supercomputers*", 2005, Oxford University Press, ISBN 0-19-515455-X
5. Branko Šter, Ljubo Pipan: Digitalne strukture, Zapiski predavanj, 2008
6. Domača stran predmeta / Course homepage: http://ndv.fe.uni-lj.si

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentu predstaviti moderne postopke pri načrtovanju kompleksnejših digitalnih sistemov z uporabo programirljivih elementov (FPGA, CPLD). Prvi del predmeta vključuje segment analize in strukture kompleksnejših kombinacijskih vezij, medtem ko se drugi del predmeta osredotoča na analizo, opisu in načrtovanju sinhronskih vezij (števci, registri) ter algoritemskih avtomatov (ASM) ter zasnovo RISC mikroprocesorja in realizacijo mikroukazov zbirnem jeziku. Predmet daje teoretične in praktične osnove pri načrtovanju in uporabi kompleksnejših digitalnih sistemov z uporabo modernih orodij za sintezo vezij (VHDL).	The course objective is to familiarize students with modern procedures with design of complex digital system using programmable elements (FPGA, CPLD). The course comprises analysis and structure segment of combinatorial circuits, while the second part focuses on the analysis, description and design of synchronous digital circuits (counter, register) and finite state automata. The course gives a practical and theoretical insight into design and application of digital systems using modern tools for circuit synthesis (VHDL).

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - Analizirati in strukturirati odločitvena vezja z uporabo elementov (npr. kodirnik, dekodirnik, primerjalnik) v npr. vzporedni sortirnik, - Sintetizirati kompleksnejša aritmetična vezja (seštevalnik/odštevalnik, primerjalnik, CLA/RC/Carry Skip/Carry Select/ seštevalnik, aritmetično logična enota in vzporedni seštevalnik, drevesni množilnik), - Realizirati shranjevalni/pomikalni/univerzalni register ter izvesti različne vezave za izvedbo pomnilnika FIFO/LIFO ter vezij za šifiriranje podatkov (LFSR), - Realizirati sinhroni/asinhroni dvojiški/BCD/ternarni/kvinarni števec ter izvesti različne vezave modulov/smeri/zaporedij štetja - Sintetizirati obnašanje kompleksnega Mooreovega avtomata stanj (> 100 stanj), izvesti klasično sintezo avtomata z uporabo RTL gradnikov. - Sintetizirati algoritemski avtomat stanj (ASM) v HDL in avtomat končnih stanj (FSM), simulirati njegovo delovanje in implementirati v obravnavano programirljivo digitalno komponento (FPGA/CPLD). - Sintetizirati asinhroni avtomat stanj, simulirati njegovo delovanje in implementirati z uporabo logičnih vrat. - Sintetizirati in implementirati vgrajeni "soft-core" RISC	After successful completion of the course, students should be able to: - Analyze and structure implementations of combinatorial structures (coder/decoder, comparator) into complex structures (e.g. combinatorial sorter), - Synthesize more complex arithmetic circuits (adder/subtractor, comparator, CLA/RC/carry skip/carry select adder, arithmetic-logic unit, parallel counter and tree multiplier) - Design and evaluate data/shift/universal register and implement different memory structures FIFO, LIFO and data encrypting (LFSR) - Implement synchronous/asynchronous binary/BCD/ternary/quinary counter and implement different count modules/sequences/directions, - Synthesize more complex Moore type finite state machines (> 100 states) and execute a classical synthesis using RTL components, - Synthesize an algorithmic (ASM) and finite (FSM) state machine in HDL, simulate its behavior and implement into applied programmable digital circuit (FPGA/CPLD), - Synthesize an asynchronous state machine, simulate its behavior and implement into applied digital circuits - Synthesize and implement an embedded soft-core RISC microprocessor, design and map a peripheral unit

mikroprocesor, načrtati in z njim povezati periferno enoto in jo programirati v zbirnem jeziku.	into microprocessor address space and write assembler code for it.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so tako praktične kot tudi teoretično predstavljene osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom rešitev enostavnih praktičnih primerov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj, ki se tesno prepletajo z obravnavano tematiko, v katerih se študentje postopoma seznanjajo z obravnavano programirljivo digitalno komponento (FPGA, CPLD) in pripadajočim inštrumentarijem.	Course lectures provide practical and theoretical background on particular scope items together with presentation of simple practical examples. A complete study material is available to the students. Practical work is tightly interwoven with course lectures being performed in the laboratory environment, and is accomplished in steps acquainting students with a programmable digital component (FPGA, CPLD) and corresponding instrumentation.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: written exam oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. RESNIK, Drago, KOVAČ, Janez, VRTAČNIK, Danilo, GODEC, Matjaž, PEČAR, Borut, MOŽEK, Matej. Microstructural and electrical properties of heat treated resistive Ti/Pt thin layers. Thin solid films, ISSN 0040-6090. [Print ed.], 2017, vol. 639, pp. 64-72
2. PEČAR, Borut, VRTAČNIK, Danilo, RESNIK, Drago, MOŽEK, Matej, DOLŽAN, Tine, BRAJKOVIČ, Robert, KRIŽAJ, Dejan. Micropump operation at various driving signals : numerical simulation and experimental verification. Microsystem technologies, ISSN 0946-7076, Jul. 2015, vol. 21, no. 7, pp. 1379-1384
3. RESNIK, Drago, MOŽEK, Matej, PEČAR, Borut, DOLŽAN, Tine, JANEŽ, Andrej, URBANČIČ-ROVAN, Vilma, VRTAČNIK, Danilo. Characterization of skin penetration efficacy by Au-coated Si microneedle array electrode. Sensors and actuators. A, Physical, ISSN 0924-4247, 1 Aug. 2015, vol. 232, pp. 299-309
4. DOLŽAN, Tine, PEČAR, Borut, MOŽEK, Matej, RESNIK, Drago, VRTAČNIK, Danilo. Self-priming bubble tolerant microcylinder pump. Sensors and actuators. A, Physical, ISSN 0924-4247, 2015, vol. 233, pp. 548-556
5. MOŽEK, Matej, VRTAČNIK, Danilo, RESNIK, Drago, PEČAR, Borut, AMON, Slavko. Adaptive calibration and quality control of smart sensors. V: IVANOV, Ognyan (ur.). Applications and experiences of qulity control. Rijeka: Intech, cop. 2011, pp. 645-662

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Načrtovanje elektro-mehanskih izdelkov
Course title:	Design of electro-mechanical products

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64251

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Matjaž Mihelj, Roman Kamnik
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Povezava električnih in mehanskih sklopov, načrtovanje, prototipiranje, integracija mehanskih in električnih sistemov; Tehniška dokumentacija: prostorske projekcije, prerezi, šrafure, kotiranje, označevanje površin, tolerance, spoji, ležaji; Načrtovanje mehanizmov: koncept CAD načrtovanja mehanskih sklopov (potek), načrtovanje posameznega elementa, integracija posameznih elementov – definicija prostostnih stopenj med elementi, omejitve gibanja prostostnih stopenj; Simulacije mehanizmov: parametriranje, statika, kinematika, dinamika in animacija; Izdelava prototipov mehanskih sistemov: sestavna risba, rezkanje, struženje, 3d printanje; Načrtovanje električnih vezij 1: komponente, funkcionalne, termične, vibracijske, EMI/EMC zahteve, ozemljevanja, analogni/digitalni signali, načrtovanje sheme, elementa, oblike tiskanine, razporeditve na vezju, povezovanje PCB; Izdelava prototipov električnih sistemov: rezkanje, jedkanje; Tehnike: montaže elementov, tehnologije spajkanja, varnost, ESD zaščita; Integracija mehanskih in električnih sklopov: montaža, električne povezave.	Integration of electrical and mechanical components/systems, computer aided design, prototyping; Mechanism design: computer aided design of mechanical components, designing individual parts, assembly of parts - definition of degrees of freedom between elements, restrictions of motion; Simulations of mechanisms: parameterization, statics, kinematics, dynamics and animation; Prototyping of mechanical systems: drawings, milling, grinding, 3D printing; Design of electric circuits: components, functional, thermal, vibration, EMI/EMC requirements, grounding, analog/digital signals, design of schematics and elements, positioning of elements on the circuit, PCB routing; Prototyping of electrical systems: milling and etching techniques, soldering technique, safety, ESD protection; Integration of mechanical and electrical assemblies: installation, electrical connections.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J.D. Bethune: Engineering Design Graphics with Autodesk® Inventor®2011, 2011
2. W. Younis: Up and Running with Autodesk Inventor Simulation 2011, 2010
3. C. Waguespack, T. Tremblay: Mastering Autodesk Inventor and Autodesk Inventor LT 2011, Sybex 2010

4. P. Wilson, The Circuit Designer's Companion, Newnes, 2012.
5. C. Coombs, Printed Circuits Handbook, McGraw-Hill Professional, 2007.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Predmet seznanja študenta z računalniško podprtim načrtovanjem objektov, konstrukcijsko in prostorsko sintezo ter animacijo in načrtovanjem električnih vezij. Cilj je tudi obvladovanje zahtevnejših programskih sklopov, uporabljenih na konkretni primerih.	The course aims at teachnig students computer aided design of electrical and mechanical systems. It introduces students with software packages used in computer aided design.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - konstruirati mehanske sisteme z aktivnimi prostostnimi stopnjami (na primer, robot), - uporabljati programsko okolje Autodesk Inventor (elementi, sestavi, simulacije, analize, tehniške risbe), - izbrati osnovne strojne elemente, - načrtati električno shemo elektromehanskega izdelka, - razviti računalniški model električnih komponent, - zasnovati tiskano vezje elektronike izdelka do faze primerne za proizvodnjo.	After successful completion of the course, students should be able to: - construct mechanical systems with active degrees of freedom (for example, a robot), - use the Autodesk Inventor software environment (parts, assemblies, simulations, analyses, technical drawings), - select basic mechanical components, - design electrical scheme of electromechanical product, - develop a computer model of electrical components, - design the printed circuit board for product electronics up to the production phase.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Multimedijsko podprta predavanja, projektno delo, laboratorijske vaje, simulacije. Kombinacija skupnega in individulanega dela ob vodstvu pedagogov, izmenjava mnenj.	Multimedia supported lectures, project based work, lab courses. Combination of individual and team work under the supervision of mentors.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje – samostojna izvedba projekta, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje - projekt ustni izpit		Type: laboratory exercises – individual project, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises - project oral exam
laboratorijske vaje - projekt	70,00 %	laboratory exercises - project
ustni izpit	30,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. 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*, Dec. 2014, vol. 21, no. 4, str. 82-93.
2. ŠLAJPAH, Sebastjan, KAMNIK, Roman, MUNIH, Marko. Kinematics based sensory fusion for wearable motion assessment in human walking. Computer Methods and Programs in Biomedicine, Sep. 2014, vol. 116, no. 2, str. 131-144.
3. AMBROŽ, Miha, PREBIL, Ivan, KAMNIK, Roman, MUNIH, Marko. System for interactive scientific driving simulation with haptic information. Advances in engineering software, Mar. 2012, vol. 45, iss. 1, str. 239-251.
4. MIHELJ, Matjaž, PODOBNIK, Janez. Haptics for virtual reality and teleoperation, Springer, 2012.
5. BAJD, Tadej, MIHELJ, Matjaž, MUNIH, Marko. Introduction to robotics, Springer, 2013.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Načrtovanje in upravljanje komunikacijskih sistemov
Course title:	Design and management of communication systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64242S

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Iztok Humar, Janez Bešter
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v načrtovanje, modeliranje, vodenje in upravljanje komunikacijskih sistemov. Načrtovanje sistemov in komunikacijski inženiring. Elastične in neelastične aplikacije. Teorija prometa in teorija čakalnih vrst. Načrtovanje v tokokrogovno komutiranih sistemih. Načrtovanje v paketnih sistemih. Ozka grla in zamašitve v omrežju. Analiza učinkovitost in zmogljivosti. Meritve značilnosti telekomunikacijskega prometa, omrežnih gradnikov in aplikacij, testi skladnosti. Simulacije in emulacije omrežij in prometa: orodja in pristopi. Koncepti zagotavljanja kakovosti storitev: statistični multipleks, presežno zagotavljanje kapacitete, rezervacija virov, nadzor dostopa, ločevanje storitev. Mehanizmi in protokoli za zagotavljanje kakovosti storitev v sodobnih omrežjih. Vrednotenje in merjenje prejete kakovosti. Srednja mnenjska vrednost. Razpoložljivost, zanesljivost, dostopnost sistemov, redundance. Energetski in tehnoekonomski vidiki načrtovanja omrežij. Upravljanje in nadzor v komunikacijskih sistemih: modeli za upravljanje telekomunikacijskih omrežij, protokoli in informacijski modeli, zaračunavanje. Operaterski procesi.	Introduction to design, planning, modelling, control and management of communication systems. Communication system design and engineering. Elastic and non-elastic applications. Traffic theory and queuing theory. Design and planning of circuit switched networks. Design and planning of packet switched networks. Network bottleneck and Congestion control. Efficiency and performance evaluation. Network traffic characterization and measurements, performance evaluation and conformance testing. Network and traffic simulation and emulation: tools and approaches. Quality of Service concepts: statistical multiplexing, overprovisioning, resource reservation, admission control, service differentiation. QoS mechanisms and protocols in contemporary networks. User perceived quality. Quality of Experience evaluation and measurements. Mean opinion score. Availability and accessibility of system, redundancy. Energy efficient and techno-economic aspects of network planning. Management and control of communication networks and systems. Management models, protocols and information models. Accounting and Billing. Design and management for Cloud infrastructure and Internet of Things: virtualization, integration, orchestration, automation. Standardization and regulation in communications.

Načrtovanje in upravljanje v pri oblačni infrastrukturi in internetu stvari: virtualizacija, integracija, orkestracija, avtomatizacija. Standardizacija in regulativa v komunikacijah.	

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Haesik Kim: Wireless Communicatons Systems Desing, Wiley, 2015
2. Laszlo Lakatos, Laszlo Szeidl, Miklos Telek: Introduction to Queueing Systems with Telecommunication Applications, Springer, 2013th Edition
3. Villy B. Iversen: Teletraffic Engineering and Network Planning, Technical University of Denmark, 2007.
4. Članki, objavljenih v revijah, npr: IEEE Communications Surveys & Tutorials, http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html IEEE Communications Surveys & Tutorials, http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentu podati znanja in veščine, uporabna pri načrtovanju, modeliranju, planiranju, simulacijah, emulacijah, vodenju, merjenju, testiranju, upravljanju informacijsko komunikacijskih sistemov na podlagi poznavanja tehnologij in storitev, za potrebe razvoja, nadgradnje ali vzdrževanja sistemov v poslovnih in operaterskih okoljih. Študenti pridobi potrebna znanja in veščine na področju razumevanja parametrov zmogljivosti telekomunikacijskih sistemov in njihovega kritičnega vrednotenja.	The objective of the course is to familiarize students with knowledge and skills for system design, modelling, planning, simulation, emulation, control, measurement, testing, management and control, based on a good knowledge of information and communication systems and services for development, upgrade, and support of systems in operator's environment. Students acquire fundamental knowledge and skills in understanding performance parameters of telecommunication systems and their critical estimation and evaluation.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu bodo študenti zmožni: - opredeliti temeljne principe informacijsko komunikacijskega inženiringa, - opisati načine pristopa k načrtovanju, modeliranju in upravljanju sistemov, - razviti modele, izračunati obremenitve, načrtovati potrebne zmogljivosti za zagotavljanje ustrezne kakovosti storitev, - evalvirati rezultate in napovedati trende.	After successful completion of the course, students should be able to: - define basic principles of information communication engineering, - describe possible approaches to system design, modelling and management, - develop models, calculate loads and required performances to ensure adequate quality of services, - evaluate results and discuss the trends.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. Eizobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.	Lectures for theoretical aspects, laboratory exercises and team work for real-case scenarios and problem solving through project work. Elearning. Study visits and invited lecturers.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: pisni izpit, ustni izpit, seminar. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Uspešna izvedba 80% laboratorijskih vaj je predpogoj za prijavo na pisni izpit. Prispevki k oceni: pisni izpit seminar ustni izpit		Type: written exam, oral exam, seminar work. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Successful completion of at least 80% of the laboratory exercises is prerequisite for the written exam. Contributions to the final grade: written exam seminar work oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
seminar	10,00 %	seminar work
ustni izpit	40,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. STERLE, Janez, VOLK, Mojca, SEDLAR, Urban, BEŠTER, Janez, KOS, Andrej. Application-based NGN QoE controller. *IEEE communications magazine*, ISSN 0163-6804. [Print ed.], Jan. 2011, vol. 49, no. 1, str. 92-10
2. SAVIĆ, Dragan, BEŠTER, Janez, PUSTIŠEK, Matevž, TOMAŽIČ, Sašo, POTORTI, Francesco, FURFARI, Francesco. CostGlue : simulation data exchange in telecommunications. *Simulation*, ISSN 0037-5497. [Print ed.], Apr. 2008, vol. 84, no. 4, str. 157-168.
3. HUMAR, Iztok, GE, Xiaohu, XIANG, Lin, JO, Minho, CHEN, Min, ZHANG, Jing. Rethinking energy efficiency models of cellular networks with embodied energy. *IEEE network*, ISSN 0890-8044, 2011, vol. 25, no. 2, str. 40-49.
4. VOLK, Mojca, GUNA, Jože, KOS, Andrej, BEŠTER, Janez. Quality-assured provisioning of IPTV services within the NGN environment. IEEE communications magazine, ISSN 0163-680 [Print ed.], May 2008, vol. 46, no. 5, str. 118-126, ilustr. [COBISS.SI-ID 6532436]
5. KOS, Andrej, VOLK, Mojca, BEŠTER, Janez. Quality assurance in the IMS-based NGN environment. V: CRANLEY, Nicola (ur.), MURPHY, Liam (ur.). Handbook of research on wireless multimedia : quality of service and solutions. Hershey; New York: Information Science Reference, cop. 2009, str. 240-257.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Načrtovanje in vzdrževanje elektroenergetskih sistemov
Course title:	Power System Planning and Maintenance

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64219

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Miloš Pantoš

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Napoved porabe (metoda ekspertov, časovne serije, matematični modeli, korelacija in vplivni faktorji, scenariji, analiza porasta porabe), napoved potreb po moči, ocena zanesljivosti, rezerva moči, elementi načrtovanja, postopki načrtovanja elektroenergetskega sistema, kriteriji načrtovanja, načrtovanje elektroenergetskega sistema v tržnih pogojih, okoljevarstveni vidiki pri načrtovanju, ekonomika v načrtovanju razvoja elektroenergetskega sistema, načrtovanje izgradnje elektrarn, načrtovanje omrežij, metode za prostorsko načrtovanje omrežij, metode optimiranja. Gospodarjenje s sredstvi, ekonomika gospodarjenja in vzdrževanja, tveganja, stroški in dobiček, negotovosti, analiza dobrobiti in SWOT analiza, projektno vodenje, strateško vodenje, vzdrževanje elementov elektroenergetskega sistema, staranje elementov in življenjska doba, remonti, revitalizacija, metode vzdrževanja (popravilo po okvari brez vzdrževanja, obratovanje do uničenja elementa, časovno zasnovano vzdrževanje, nadzorno vzdrževanje, zanesljivostno vzdrževanje, vzdrževanje pred uporabo), vodenje vzdrževanja, orodja za vzdrževanje, vzdrževanje in proizvodnja, vzdrževanje in kakovost, varnost pri vzdrževanju, zagotavljanje kakovosti.	Long-term load (energy) forecasting (Delphi method, time series, mathematical models, correlation, impact factors, scenarios, consumption growth analysis), long-term load (power) forecasting, reliability assessment, power reserves, introduction to planning, methods and procedures of power system expansion planning, planning criteria, power system expansion planning in the market environment, environmental aspects in planning, economics in planning, planning of power plants, planning of networks, optimization methods. Asset management, economic in asset management, risk assessment, costs and profit, uncertainties and stochastics, cost/benefit analysis, SWOT analysis, project and strategic management, maintenance of power system, aging and lifecycle of equipment, renovation, refurbishment, outages, maintenance methods (repair, operational maintenance, corrective maintenance, scheduled maintenance, preventive maintenance, reliability centred maintenance), maintenance management, tools in maintenance procedures, maintenance and electric energy production, maintenance and quality of supply, safety in maintenance, quality assurance.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. F. Gubina: Načrtovanje in vzdrževanje EES; skripta, knjižnica FE
2. H. Lee Willis: Aging Power Delivery Infrastructures, ISBN: 0824705394; knjižnica FE
3. R. Billinton: Reliability Evaluation of Power Systems, ISBN: 0306452596; knjižnica FE
4. R. Sullivan: Power System Planning, ISBN: 0070618003; knjižnica FE
5. M. Pantoš, D. Božič. Načrtovanje elektroenergetskega sistema. Založba FE, 2014.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študentje si bodo ustvarili celostno sliko o načrtovanju in vzdrževanju elektroenergetskih sistemov, spoznali bodo različne metode napovedovanja porabe električne energije in moči in s tem povezano problematiko rezerve proizvodnih in prenosnih zmogljivosti. Poseben poudarek se namenja ocenjevanju zanesljivosti oskrbe z električno energijo. Študentje bodo spoznali postopke načrtovanja EES na podlagi uporabe optimizacijskih metod z upoštevanjem tržnih razmer, okoljevarstvenih vprašanj in ekonomike. Študentje se bodo seznanili z metodami vzdrževanja elementov EES, vprašanjem gospodarjenja s sredstvi, načrtovanjem remontov, revitalizacij, pomenom zanesljivosti oskrbe, ki se navezuje na koncepte vzdrževanja, kakovosti, in ekonomike vzdrževanja. Cilj predmeta je tudi podati znanje o varnosti pri vzdrževanju.	Students will become familiar with principles in power system planning and maintenance, different methods for long-term load forecasting (energy and power), power system reserve (production and transmission), reliability of supply. Students will gain knowledge in the field of power system expansion planning in the market environment applying different optimization methods with respect to the environmental constraints and economics. Further, they will get familiar with methods and tools for power system maintenance, asset management, outage planning, revitalization, the importance of power system reliability in the context of maintenance procedures, quality of supply, maintenance economics. Students will gain basic knowledge in the field of safety issues in the maintenance process.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - razviti matematične modele za ocenjevanje ekonomske upravičenosti investicij v elektroenergetskem sistemu, - razviti matematične modele za kratkoročno napovedovanje proizvodnje in porabe električne energije ter cene električne energije, - ocenjevati zanesljivost elektroenergetskega sistema, - razviti optimizacijske modele in izbrati primerno optimizacijsko metodo za matematične probleme s področja načrtovanja in vzdrževanja elektroenergetskih sistemov, - interpretirati osnovne principe delovanja trga z električno energijo in sistemskimi storitvami, - kritično ovrednotiti osnovne mehanizme pri načrtovanju in vzdrževanju elektroenergetskih sistemov.	After successful completion of the course, students should be able to: - develop mathematical models for economic feasibility assessment of investments in electric power systems, - develop mathematical model for short- and long-term forecasting of production and consumption of electric energy and electricity prices, - assess electric power system reliability, - develop optimization models and selection of appropriate optimization method for mathematical problems in the field of power system planning and maintenance, - interpret basic principles of electric energy and ancillary service markets, - evaluate basic mechanisms in the field of power system development, planning and maintenance.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in vaje za utrjevanje pridobljenega znanja.	Lectures and exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. PANTOŠ, Miloš, BOŽIČ, Dušan. Načrtovanje elektroenergetskega sistema. Založba FE, 2014.
2. BOŽIČ, Dušan, PANTOŠ, Miloš. Impact of electric-drive vehicles on power system reliability. Energy, 2015, vol. 83, str. 511-520.
3. 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
4. PANTOŠ, Miloš. Stochastic optimal charging of electric-drive vehicles with renewable energy. Energy, 2011, vol. 36, no. 11, str. 6567-6576.
5. 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.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Nanoelektronika
Course title:	Nanoelectronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64226

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Franc Smole

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Definicija nanoelektronike in nanotehnologij. Obeti na področju nanoznanosti. Pregled postopkov izdelave nanostruktur. Oblikovanje od zgoraj navzdol in od spodaj navzgor. Skaliranje in lastnosti klasičnih elementov pri mejnih dimenzijah. Samosestavljanje. Molekularna nanoelektronika. Novi modeli stikal in pomnilnikov. Arhitektura nanoelektronskih vezij. Arhitektura nanoračunalnikov. Magnetne, optične in elektronske lastnosti nanodelcev. Nanoprevodniki. Transportne lastnosti polprevodniških nanostruktur. Nanoelementi. Enoelektronski elementi. Spintronika. Polimerna elektronika. Organski aktivni in pasivni elementi in vezja. Nanofotonika. Kvantne pike in kvantne žice. Ogljikove nanocevke 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 nanosistemov.	Definition of nanoelectronics and nanotechnology. An outlook of nanoscience. Review processes for manufacturing nanostructures. The top-down approach. The bottom-up approach. Device scaling and nonideal effects. Self-assembly. Molecular nanoelectronics. Switches and complex molecular devices. Nanoelectronic circuit architectures. Computer architectures based on molecular electronics. Electromagnetic, optical and electronic properties of nanostructures. Transport properties of semiconductor nanostructures. Single-electron transistor. Nanomagnetics and spintronics. Polymer electronics. Organic active and passive devices and circuits. Nanophotonics. Quantum dots, quantum wells and quantum wires. 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:

1. William A. Goddard, Donald W. Brenner, Sergey Edward Lyshevski, Gerald J. Iafrate, Nanoscience, Engineering, and Technology, CRC Press LLC, 2012.

2. Paul Harrison, Quantum Wells, Wires and Dots, Theoretical and Computational Physics of Semiconductor Nanostructures, John Wiley & Sons, Ltd, 2009.
3. Edward L. Wolf, Nanophysics and Nanotechnology, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2008.
4. M. Meyyappan, Carbon Nanotubes, Science and Applications, CRC Press LLC, 2005.
5. George W. Hanson, Fundamentals of Nanoelectronics, Pearson Prentice Hall, 2008.
6. F. Smole, Nanoelektronika, Založba FE in FRI, 2014, 355 str., ISBN 978-961-243-250-8.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je usvojiti osnovne definicije in koncepte, se seznaniti s smermi razvoja in raziskav na področju nanoelektronike ter spoznati karakteristike že raziskanih struktur, elementov in sistemov.	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.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno zaključenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - opredeliti nanoelektroniko kot novo razvijajoče se področje elektronike, - pojasniti litografijo kot pristop od zgoraj navzdol in omejitve, ki jih predstavlja pri nadaljnji miniaturizaciji elektronskih elementov, - uporabiti postulate kvantne mehanike pri postavitvi modelov kvantnih jam, žic in pik, - opisati učinke višjih redov v MOS tranzistorju, - opisati elektronske in optične lastnosti ogljikovih nanocevk ter možnosti izdelave polprevodniških elementov na osnovi ogljikovih nanocevk, - razložiti Coulombovo blokado in delovanje enoelektronskega tranzistorja, - pojasniti spinski transport in spintronske elemente (spinski ventil, spinski tranzistor, magnetni pomnilnik), - opisati kubit, kvantna logična vrata in osnove kvantnih računalnikov.	After successful completion of the course, students should be able to: - define nanoelectronics as a new developing area of electronics, - clarify lithography as a top-down approach and the limitations it presents in the further miniaturization of electron devices, - use the quantum mechanics postulates to construct models of quantum wells, quantum wires and quantum dots, - describe the effects of higher orders in the MOS transistor, - describe the electronic and optical properties of carbon nanotubes and the possibility of producing semiconductor elements based on carbon nanotubes, - explain the Coulomb blockade and the operation of a single-electron transistor, - explain transport of spin and spintronic devices (spin valve, spin transistor, magnetic storage), - describe the cubit, the quantum logic gate, and the basics of quantum computers.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij, rešitve praktičnih primerov in praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj.	The lectures provide a theoretical background on particular subjects, presentation of practical examples and practical work is being performed in the laboratory environment.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminar, pisni izpit, ustni izpit. Opravljene laboratorijske vaje in seminar so pogoj za pristop h končnemu izpitu. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Prispevki k oceni: seminar pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, seminar, written exam, oral exam. Conducted laboratory assignments and seminar present a condition for undertaking the final exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Contributions to final grade: seminar written exam oral examination
seminar	30,00 %	seminar
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	30,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

SEIF, Johannes Peter, DESCOEUDRES, Antoine, FILIPIČ, Miha, SMOLE, Franc, TOPIČ, Marko, HOLMAN, Zachary Charles, DE WOLF, Stefaan, BALLIF, Christophe. Amorphous silicon oxide window layers for high-efficiency silicon heterojunction solar cells. *Journal of applied physics*, 2014, vol. 115, no. 2, str. 1-8.
FILIPIČ, Miha, HOLMAN, Zachary, SMOLE, Franc, DE WOLF, Stefaan, BALLIF, Christophe, TOPIČ, Marko. Analysis of lateral transport through the inversion layer in amorphous silicon/crystalline silicon heterojunction solar cells. *Journal of applied physics*, 2013, vol. 114, no. 7, str. 1-7.
HOLMAN, Zachary, FILIPIČ, Miha, LIPOVŠEK, Benjamin, DE WOLF, Stefaan, SMOLE, Franc, TOPIČ, Marko, BALLIF, Christophe. 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*, [Print ed.], Jan. 2014, vol. 120, part A, str. 426-430.
FILIPIČ, Miha, BERGINC, Marko, SMOLE, Franc, TOPIČ, Marko. Analysis of electron recombination in dye-sensitized solar cell. *Current applied physics*, Jan. 2012, vol. 12, no. 1, str. 238-246.
NERAT, Marko, SMOLE, Franc, TOPIČ, Marko. 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)Se2 solar cells. *Thin Solid Films*, [Print ed.], 2011, vol. 519, no. 21, str. 7497-7502.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Napredne metode vodenja procesov
Course title:	Advanced Control Design Methods

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64305

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Maja Atanasijević-Kunc
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod, definicije pomembnejših pojmov, identifikacija potreb po razširitvi pristopov načrtovanja Veliki sistemi, multivariabilni sistemi, fazno-neminimalni sistemi, sistemi z mrtvim časom, nelinearni sistemi Predstavitve in analiza kompleksnih sistemov v časovnem in frekvenčnem prostoru s poudarkom na paralelizmih in razlikah h klasičnim predstavitvam Kriteriji kvalitete načrtovanja v časovnem in frekvenčnem prostoru in koncepti optimalnosti (klasični pristopi in težave pri kompleksnih sistemih, ki se odražajo v problemih pri definiciji kriterijskih funkcij in konvergentnosti klasičnih metod, uporaba evolucijskega računanja in nekatere relativne prednosti) Vpeljava pristopov načrtovanja, ki slonijo na direktnih razširitvah klasičnih metod (decentralizirano in hierarhično vodenje, uglaševanje regulatorjev, razstavljanje, INA, IMC, metode premikanja polov, ki slonijo na diadičnih regulatorjih) Adaptivni regulatorji in nekateri pristopi k načrtovanju Uporaba metod evolucijskega računanja pri načrtovanju kompleksnih sistemov z nekaterimi poudarki na učinkoviti kombinaciji predstavljenihalgoritmov Koncepti ekspertnih sistemov pri načrtovanju vodenja Raba programskega paketa MATLAB z ustreznimi orodji Ilustrativni primeri načrtovanja vodenja realnih sistemov ob uporabi kompleksnejših laboratorijskih pilotnih naprav.	Introduction, definitions of important concepts, identification of the needs for the extension of control design approaches Large-scale systems, multivariable systems, phase-nonminimal systems, systems with a dead time, nonlinear systems Presentation and analysis of complex systems in time and frequency domain, with emphasis on parallelisms and differences to the conventional presentations Control design quality criteria in time and frequency domain and concepts of optimality (classical approaches and problems in complex systems which are reflected in the corresponding definition of fitness function and convergence of classical methods, the usage of evolutionary computation and some relative advantages) Introduction of control design approaches that rely on direct extensions of classical methods (hierarchical and decentralized control, tuning, decoupling, INA , IMC , pole placement using dyadic contoller structures) Adaptive controllers and some of design approaches Usage of evolutionary computation methods in the design of complex systems with emphasis on the effective combination of the presented algorithms Concepts of expert systems in control design Usage of program MATLAB with corresponding toolboxes

	Illustrative examples of control design of complex laboratory pilot plants.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja. Napredne metode vodenja sistemov, Študijsko gradivo. Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, 2016.
2. KARBA, Rihard, ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja. Multivariabilni sistemi. Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, Založba FE in FRI, 2010.
3. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja. Multivariabilni sistemi: Zbirka kompleksnejših problemov. Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, Založba FE in FRI, 2004.
4. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja. Multivariabilni sistemi: Predstavitev, analiza in načrtovanje skozi primere. Fakulteta za elektrotehniko, Založba FE in FRI, 2003.
5. SKOGESTAD, Sigurd. POSTLETHWAITE, Ian. Multivariable Feedback Control, Analysis and Design, John Wiley and Sons, Chichester, 1996.
6. MORARI, M., and ZAFIRIOU, E.. Robust Process Control, Prentice-Hall, 1989.
7. JAMSHIDI, M.. Large-Scale Systems: Modeling, Control and Fuzzy Logic, Prentice Hall PRT, New Jersey, 199
8. LYSHEVSKI, S. E.. Control Systems Theory with Engineering Applications, Birkhauser, Boston, 2001.
9. ÅSTRÖM, Karl Johan, WITTENMARK, Björn. Adaptive control, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Boston, MA, USA, 1994.
10. ÅSTRÖM, Karl Johan, HÄGGLUND, Tore. Advanced PID Control. With. ISA, 2005.
11. TEWARI, A.. Modern Control Design with Matlab and Simulink, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2002.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilji predmeta so: • razvrstiti sisteme vodenja, ki jih uvrščamo med kompleksne, • opisati metode analize, ki pojasnjujejo pomembne lastnosti tovrstnih sistemov, • pojasniti paralelizme in potrebne razširitve glede na klasične pristope vodenja, • predstaviti nekatere učinkovite pristope načrtovanja s poudarkom na različnih aspektih optimalnosti, • predstaviti nekatera programska orodja MATLAB in njihovo uporabnost v podporo obravnavani tematiki, • študente opozoriti na primerne metode iskanja literature, raziskovanja in ustrezne pisne in ustne predstavitve rezultatov načrtovanja.	Course goals are: • to classify complex controlled systems, • to describe analytical methods which explain important properties of such systems, • to present parallelisms and necessary extensions in relation to classical control design approaches, • to present some of efficiant control design approaches with emphasis on different aspects of optimality, • to present some of MATLAB toolboxes and their usefulness in support of the issues being discussed, • to acquaint students with appropriate literature search, research work, and appropriate written and oral presentation of design results.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Študentje bodo pridobili znanja, ki bodo omogočala: • prepoznavanje sistemov, ki so kompleksni in težavni za vodenje; • uporabo izbranih metod načrtovanja vodenja tovrstnih sistemov; • postopno načrtovanje rešitve v smeri, ki predstavlja rešitev v obliki ekspernega sistema; • implementacijo regulatorjev pri izvedbi vodenja realnih kompleksnih sistemov; • kvantitativno in kvalitativno vrednotenje načtanega vodenja.	Gained knowledge will enable: • systems' recognition that are complex and difficult to control; • the use of selected control algorithms which are suitable for such systems; • step by step solution design in a direction that represents a solution in the form of an expert system; • controllers' implementation in closed-loop operation of real complex systems; • quantitative and qualitative evaluation of closed-loop system design.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**

Predavanja, domače naloge, laboratorijske vaje, seminarsko in projektno delo	Lectures, homeworks, laboratory exercises, seminar and project work

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
preverjanje znanja med predavanji in laboratorijskimi vajami; ocenjevanje kvalitete opravljenih laboratorijskih vaj; uspešnost pri pisnem izpitu; uspešnost pri ustnem izpitu. Negativna ocena je 5, pozitivne ocene so od 6 (najnižja) do 10 (najvišja). Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in sprotni testi pisni izpit ustni izpit		knowledge testing during lectures and laboratory exercises; evaluation of the quality of the performed laboratory exercises; evaluation of written exam; evaluation of oral exam. Negative grade is 5, positive grades are from 6 (lowest) to 10 (highest). Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam application. Contributions to final grade: laboratory exercises and online testing written exam oral exam
laboratorijske vaje in sprotni testi	10,00 %	laboratory exercises and online testing
pisni izpit	30,00 %	written exam
ustni izpit	60,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja, LOGAR, Vito, KARBA, Rihard, PAPIĆ, Marko, KOS, Andrej. Remote multivariable control design using a competition game. IEEE transactions on education, 2011, vol. 54, no. 1, str. 97-103
2. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja, KARBA, Rihard, LOGAR, Vito. The role of internet-accessible laboratory plants in the teaching of automatic control. AZAD, Abul K. M. (ur.), AUER, Michael E. (ur.), HARWARD, V. Judson (ur.). Internet accessible remote laboratories : scalable E-learning tools for engineering and science disciplines, IGI Global: Engineering Science Reference, 2012, str. 144-16
3. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja, KARBA, Rihard. Hierarchically structured educational projects. WSEAS transactions on advances in engineering education, 2006, vol. 3, iss. 5, str. 296-30
4. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja, KARBA, Rihard. Multivariable control design with expert-aided support. WSEAS transactions on systems, 2006, vol. 5, iss. 10, str. 2299-2306
5. ATANASIJEVIĆ-KUNC, Maja, BELIČ, Aleš, KARBA, Rihard. Optimal multivariable control design using genetic algorithms. EUROSIM simulation news Europe,2007, vol. 17, no. 3/4, str. 41-45.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Napredne tehnologije prenosa električne energije
Course title:	Advanced Power Transmission Technologies

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64309E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Rafael Mihalič
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni- strokovni/compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Trendi razvoja sodobnih elektroenergetskih sistemov, problem ozkih grl v sistemu ENTSO-E, tehnične omejitve pri prenosu električne energije na dolge razdalje ter primerjava med parametri izmeničnega in enosmernega prenosa, povečanje prenosne zmogljivosti EES s sodobnimi koncepti, primeri preteklih neželenih dogodkov v EES in možne poti za preprečitev tovrstnih scenarijev, koncept fleksibilnega prenosnega sistema (FACTS), naprave FACTS - splošni principi, 1. generacija naprav FACTS, 2. generacija naprav FACTS, Paralelne naprave FACTS, serijske naprave FACTS, kombinirane naprave FACTS, visokonapetostni enosmerni prenos (HVDC), vpliv naprav FACTS na obratovalne parametre EES, možnosti aplikacij (dinamično preusmerjanje pretokov moči, dušenje nihanj, povečanje kotne stabilnosti, regulacija napetosti, preprečevanje napetostnega zloma), modeli naprav FACTS za potrebe izračunov pretokov moči, modeli naprav FACTS za uporabo v direktnih metodah za oceno stabilnosti in modeli naprav FACTS za simulacijo dinamičnih pojavov v EES.	Development concepts of modern electrical power systems (EPS), transmission congestion issues in ENTSO-E interconnection, technical limitations in long-distance electrical energy transmission, comparison between alternating current (AC) and direct current (DC) transmission, increasing EPS transmission capacity by following modern concepts, examples of past EPS events/disturbances with high impact on EPS operation and introduction of possibilities for their avoidance, Flexible AC Transmission System (FACTS) concept, FACTS devices – basic principles, first generation of FACTS devices, second generation of FACTS devices, shunt FACTS devices, series FACTS devices, combined series-shunt FACTS devices, high voltage direct current (HVDC) transmission, impact of FACTS devices on EPS operational parameters, FACTS applicability (dynamic load-flow control, oscillation damping, transient stability enhancement, voltage control, voltage collapse prevention), modelling of FACTS devices for load-flow studies, modelling of FACTS devices for direct stability assessment methods, modelling of FACTS devices for dynamic EPS phenomena studies.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Flexible ac transmission systems (FACTS) / edited by Yong Hua Song and Allan T. Johns. – London : IEE, cop. 1999. – (IEE power and energy series ; Vol. 30).

2. E. Acha, C. R. Fuerte-Esquivel, H. Amirez-Perez, C. Angeles-Camacho: "FACTS - Modelling and Simulation in Power Networks", John Wiley & Sons, Chichester 2004.
3. Kalyan K. Sen, Mey Ling Sen: "Introduction to Facts controllers, IEEE Press, 2009.
4. Naran G. Hingorani, Laszlo Gyugyi: "Understanding FACTS", IEEE PRESS, New York 1999

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta Napredne tehnologije prenosa električne energije je sinteza do sedaj pridobljenih znanj in analiza omejitev pri prenosu električne energije na dolge razdalje oz. skozi velike EES. Študent spozna osnovne koncepti razvoja sodobnih EES. Na konkretnih primerih iz preteklosti (razpadi sistemov) in ob predstavitvi osnovnih fizikalnih hipotetičnih možnosti za preprečitev tovrstnih dogodkov bo podana motivacija za analizo naprav, s katerimi bi lahko te možnosti udejanili (naprave FACTS). Slušatelj bo seznanjen z osnovnimi koncepti različnih tipov in različnih generacij naprav FACTS. Pri tem bo poudarek na tem, kako EES "čuti" take naprave in kaj ter na kak način (osnovni principi regulacije) je z njimi v EES možno doseči določene cilje. Ker gre za novo tehnologijo in predstavlja ustrezno modeliranje naprav FACTS velikokrat problem, bo poudarek na njihovem modeliranju pri analizi stanj v EES.	The objective of the course on Advanced Power Transmission Technologies is synthesis of knowledge acquired so far and analysis of limitations in long-distance power transmission or power transmission through large EPSs. Student gets familiar with basic principles of development of modern EPS. Based on actual past EPS events (blackouts) and assumptions of availability of hypothetical possibilities for blackout mitigation the motivation for studying appropriate devices (FACTS) that might be useful in the process of avoiding blackout is provided. Student becomes familiar with the concept of basic types and generations of FACTS devices. The mains emphasis is on EPS's point of view in the context of possible impacts of different FACTS devices control. Focus is put on FACTS devices modelling for different types of EPS studies, as FACTS is considered as relatively new technology.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • razumeti omejitve pri prenosu električne energije, • razumeti osnovne razlike med konceptoma prenosa električne energije preko izmeničnega oz. enosmernega prenosnega sistema, • razumeti konstrukcijske in obratovalne razlike med njima (prednosti, slabosti, posebnosti enega, glede na drugega), • uporabljati koncepte in načine usmerjanja pretokov moči po elektroenergetskem sistemu, • razumeti koncepte in obratovalne karakteristike naprav FACTS.	After successful completion of the course, students should be able to: • understand the limitations of electrical energy transmission, • understand basic conceptual differences between direct current (DC) and alternating current (AC) transmission, • understand structural and operational differences between them: pros and cons, specifics of both concepts, • use concepts and ways of directing power flows through an electric power system, • understand the concepts and operating characteristics of FACTS devices.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in laboratorijske vaje	Lectures and practical laboratory courses

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grades is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MIHALIČ, Rafael, GABRIJEL, Uroš. A structure-preserving energy function for a static series synchronous compensator. *IEEE transactions on power systems*, ISSN 0885-8950. [Print ed.], vol. 19, no. 3, str. 1501-1507.
2. MIHALIČ, Rafael, POVH, Dušan, ŽUNKO, Peter. Transient stability control. V: SONG, Yong Hua (ur.), JOHNS, Allan T. (ur.). *Flexible ac transmission systems (FACTS)*, (IEE power and energy series, Vol. 30). London: IEE, cop. 1999, str. 443-505.
3. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael. The control strategy for an IPFC based on the energy function. *IEEE transactions on power systems*, ISSN 0885-8950. [Print ed.], nov. 2008, vol. 23, no. 4, str. 1662-1669.
4. AŽBE, Valentin, GABRIJEL, Uroš, POVH, Dušan, MIHALIČ, Rafael. The energy function of a general multimachine system with a unified power flow controller. *IEEE transactions on power systems*, ISSN 0885-8950. [Print ed.], aug. 2005, vol. 20, no. 3, str. 1478-1485.
5. GAŠPERIČ, Samo, MIHALIČ, Rafael. The impact of serial controllable FACTS devices on voltage stability. *International journal of electrical power & energy systems*, ISSN 0142-0615. [Print ed.], Jan. 2015, vol. 64, str. 1040-1048.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Napredne tehnologije prenosa električne energije
Course title:	Advanced Power Transmission Technologies

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64309

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Rafael Mihalič

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Trendi razvoja sodobnih elektroenergetskih sistemov, problem ozkih grl v sistemu ENTSO-E, tehnične omejitve pri prenosu električne energije na dolge razdalje ter primerjava med parametri izmeničnega in enosmernega prenosa, povečanje prenosne zmogljivosti EES s sodobnimi koncepti, primeri preteklih neželenih dogodkov v EES in možne poti za preprečitev tovrstnih scenarijev, koncept fleksibilnega prenosnega sistema (FACTS), naprave FACTS - splošni principi, 1. generacija naprav FACTS, 2. generacija naprav FACTS, Paralelne naprave FACTS, serijske naprave FACTS, kombinirane naprave FACTS, visokonapetostni enosmerni prenos (HVDC), vpliv naprav FACTS na obratovalne parametre EES, možnosti aplikacij (dinamično preusmerjanje pretokov moči, dušenje nihanj, povečanje kotne stabilnosti, regulacija napetosti, preprečevanje napetostnega zloma), modeli naprav FACTS za potrebe izračunov pretokov moči, modeli naprav FACTS za uporabo v direktnih metodah za oceno stabilnosti in modeli naprav FACTS za simulacijo dinamičnih pojavov v EES.	Development concepts of modern electrical power systems (EPS), transmission congestion issues in ENTSO-E interconnection, technical limitations in long-distance electrical energy transmission, comparison between alternating current (AC) and direct current (DC) transmission, increasing EPS transmission capacity by following modern concepts, examples of past EPS events/disturbances with high impact on EPS operation and introduction of possibilities for their avoidance, Flexible AC Transmission System (FACTS) concept, FACTS devices – basic principles, first generation of FACTS devices, second generation of FACTS devices, shunt FACTS devices, series FACTS devices, combined series-shunt FACTS devices, high voltage direct current (HVDC) transmission, impact of FACTS devices on EPS operational parameters, FACTS applicability (dynamic load-flow control, oscillation damping, transient stability enhancement, voltage control, voltage collapse prevention), modelling of FACTS devices for load-flow studies, modelling of FACTS devices for direct stability assessment methods, modelling of FACTS devices for dynamic EPS phenomena studies.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Flexible ac transmission systems (FACTS) / edited by Yong Hua Song and Allan T. Johns. – London : IEE, cop. 1999. – (IEE power and energy series ; Vol. 30).

2. E. Acha, C. R. Fuerte-Esquivel, H. Amirez-Perez, C. Angeles-Camacho: "FACTS - Modelling and Simulation in Power Networks", John Wiley & Sons, Chichester 2004.
3. Kalyan K. Sen, Mey Ling Sen: "Introduction to Facts controllers, IEEE Press, 2009.
4. Naran G. Hingorani, Laszlo Gyugyi: "Understanding FACTS", IEEE PRESS, New York 1999

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta Napredne tehnologije prenosa električne energije je sinteza do sedaj pridobljenih znanj in analiza omejitev pri prenosu električne energije na dolge razdalje oz. skozi velike EES. Študent spozna osnovne koncepti razvoja sodobnih EES. Na konkretnih primerih iz preteklosti (razpadi sistemov) in ob predstavitvi osnovnih fizikalnih hipotetičnih možnosti za preprečitev tovrstnih dogodkov bo podana motivacija za analizo naprav, s katerimi bi lahko te možnosti udejanili (naprave FACTS). Slušatelj bo seznanjen z osnovnimi koncepti različnih tipov in različnih generacij naprav FACTS. Pri tem bo poudarek na tem, kako EES "čuti" take naprave in kaj ter na kak način (osnovni principi regulacije) je z njimi v EES možno doseči določene cilje. Ker gre za novo tehnologijo in predstavlja ustrezno modeliranje naprav FACTS velikokrat problem, bo poudarek na njihovem modeliranju pri analizi stanj v EES.	The objective of the course on Advanced Power Transmission Technologies is synthesis of knowledge acquired so far and analysis of limitations in long-distance power transmission or power transmission through large EPSs. Student gets familiar with basic principles of development of modern EPS. Based on actual past EPS events (blackouts) and assumptions of availability of hypothetical possibilities for blackout mitigation the motivation for studying appropriate devices (FACTS) that might be useful in the process of avoiding blackout is provided. Student becomes familiar with the concept of basic types and generations of FACTS devices. The mains emphasis is on EPS's point of view in the context of possible impacts of different FACTS devices control. Focus is put on FACTS devices modelling for different types of EPS studies, as FACTS is considered as relatively new technology.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • razumeti omejitve pri prenosu električne energije, • razumeti osnovne razlike med konceptoma prenosa električne energije preko izmeničnega oz. enosmernega prenosnega sistema, • razumeti konstrukcijske in obratovalne razlike med njima (prednosti, slabosti, posebnosti enega, glede na drugega), • uporabljati koncepte in načine usmerjanja pretokov moči po elektroenergetskem sistemu, • razumeti koncepte in obratovalne karakteristike naprav FACTS.	After successful completion of the course, students should be able to: • understand the limitations of electrical energy transmission, • understand basic conceptual differences between direct current (DC) and alternating current (AC) transmission, • understand structural and operational differences between them: pros and cons, specifics of both concepts, • use concepts and ways of directing power flows through an electric power system, • understand the concepts and operating characteristics of FACTS devices.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in laboratorijske vaje	Lectures and practical laboratory courses

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grades is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MIHALIČ, Rafael, GABRIJEL, Uroš. A structure-preserving energy function for a static series synchronous compensator. *IEEE transactions on power systems*, ISSN 0885-8950. [Print ed.], vol. 19, no. 3, str. 1501-1507.
2. MIHALIČ, Rafael, POVH, Dušan, ŽUNKO, Peter. Transient stability control. V: SONG, Yong Hua (ur.), JOHNS, Allan T. (ur.). *Flexible ac transmission systems (FACTS)*, (IEE power and energy series, Vol. 30). London: IEE, cop. 1999, str. 443-505.
3. AŽBE, Valentin, MIHALIČ, Rafael. The control strategy for an IPFC based on the energy function. *IEEE transactions on power systems*, ISSN 0885-8950. [Print ed.], nov. 2008, vol. 23, no. 4, str. 1662-1669.
4. AŽBE, Valentin, GABRIJEL, Uroš, POVH, Dušan, MIHALIČ, Rafael. The energy function of a general multimachine system with a unified power flow controller. *IEEE transactions on power systems*, ISSN 0885-8950. [Print ed.], aug. 2005, vol. 20, no. 3, str. 1478-1485.
5. GAŠPERIČ, Samo, MIHALIČ, Rafael. The impact of serial controllable FACTS devices on voltage stability. *International journal of electrical power & energy systems*, ISSN 0142-0615. [Print ed.], Jan. 2015, vol. 64, str. 1040-1048.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Nelinearna elektronska vezja
Course title:	Non-Linear Electronic Circuits

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64224

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Marko Topič
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v prvi letnik podiplomskega magistrskega študijskega programa Elektrotehnika (druga stopnja). Uspešno opravljene laboratorijske vaje so pogoj za pristop k izpitu.	Enrolment in the 1st year of the 2nd cycle master study programme of Electrical Engineering Positive evaluation of laboratory assignments is a prerequisite for the exam.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
I. Vezja za preoblikovanje signalov • Uporovna vezja z enim vhodom a) ohmski usmerniki b) rezalniki c) napetostni regulatorji d) tokovni regulatorji e) komparatorji (obravnavani že pri EV-1) f) nelinearni ojačevalniki g) močnostni ojačevalniki • Dinamična vezja z enim vhodom a) RC in RL usmerniki (zmanjšan obseg, poudarek le na načrtovanju RC usmernika) b) množilniki napetosti (tudi preklopni) c) detektorji d) pripenjalnik II. Vezja za generiranje signalov • Monostabilni multivibrator, bistabilni multivibrator, astabilni multivibrator (poudarek na realizaciji z logičnimi gradniki) III. Preklopni napetostni stabilizatorji • DC/DC pretvorniki (poudarek na principu delovanja in na realizaciji)	1. Circuits for reshaping the signal forms • Resistive circuits • Ohmic rectifiers • Voltage limiters • Voltage regulators • Current regulators • Comparators • Non-linear amplifiers • Power amplifiers • Dynamic circuits • RC rectifiers • Voltage multipliers • Signal detectors • Clampers 1. Circuits for generating signals 1. Monostable, bistable and astable multivibrators 2. Switching regulators 1. DC/DC regulators 2. AC/DC (power supplies) 3. DC/AC (inverters) 3. Phase-locked loops 1. Basic principles and components 2. Applications 4. A/D and D/A conversion circuits

• preklopni usmerniki (poudarek na principu delovanja in na realizaciji) • preklopni razsmerniki (poudarek na principu delovanja in na realizaciji) IV. Fazno sklenjena zanka (poudarek na principu delovanja in na realizaciji) V. Analogno-digitalni in digitalno-analogni pretvorniki	1. Sample/Hold circuits 2. Anti-aliasing filters 3. A/D circuits 4. D/A circuits

Temeljna literatura in viri/Readings:

James W Nilsson and Susan Riedel: Electric Circuits (8th Edition) (2007) Roland E. Thomas: The Analysis and Design of Linear Circuits (2006) Donald O. Pederson and Kartikeya Mayaram: Analog Integrated Circuits for Communication: Principles, Simulation and Design (2007) M. Topič, A. Levstek in M. Jankovec: Zbirka rešenih nalog iz nelinearnih elektronskih vezij, 2006. M. Topič: Nelinearna elektronska vezja (učbenik v pripravi).

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Predmet nagrajuje znanja analognih elektronskih vezij in podaja temeljna znanja s področja nelinearnih elektronskih vezij, ki so osnova za inženirje elektrotehnike. Predmet opisuje temeljne principe, ki so vezani na primere in znanja iz prakse. Snov predstavlja zaključeno celoto s področja nelinearnih elektronskih vezij in predstavlja nadgradnjo predmeta Analogna elektronska vezja na študijski smeri Elektronika, hkrati pa je podlaga za strokovne predmete v višjih letnikih študija elektronike.	The subject extends the knowledge of analog electronic circuits and provides foundations of non-linear electronic circuits. The subject covers principles of signal reshaping or generation by non-linear circuits and provides practical examples of real world devices. The content is selected as a broad range of non-linear circuit types and is a foundation for advanced concepts in analog electronics.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - razpoznati in razumeti delovanje vezij za preoblikovanje signalov - znati načrtati vezja za preoblikovanje signalov in jih uporabiti pri inženirskem delu - razložiti delovanje ohmskih usmernikov. - opredeliti tipe napetostnih regulatorjev in razložiti principe omejevanja toka - razpoznati in razumeti delovanje vezij za generiranje signalov - razložiti delovanje preklopnih napetostnih regulatorjev in napajalnikov ter oceniti njihove omejitve - pojasniti delovanje in praktično uporabnost fazno sklenjenih zank - razložiti glavne principe analogno-digitalnih in digitalno-analognih pretvornikov ter oceniti njihove omejitve - analizirati in načrtovati nelinearna elektronska vezja in sisteme.	After successful completion of the course, students should be able to: - recognize and understand principles of operation of electronic circuits for analog signal processing. - design circuits for analog signal processing - explain operation principles of ohmic rectifiers - define types of voltage regulators and principles of current limiting - recognize and understand priciples of operation of circuits for signal generation - explain operation of switching regulators and power supplies and evaluate their limitatios - explain principles of operation and applicability of phase-closed loops - explain prevailing principles of analog-to-digital and digital-to-analog converters and evaluate their limitations - analyse and design non-linear electronic circuits and systems

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje, delo doma/domače naloge.	Lectures, laboratory work, work at home/homeworks.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Uspešno opravljene laboratorijske vaje so pogoj za pristop k izpitu. Pisni in ustni izpit: Kandidat, ki na pisnem izpitu zbere vsaj 50 % možnih točk, lahko pristopi k ustnemu izpitu. Skupna končna ocena se oblikuje na podlagi rezultata pisnega izpita in ustnega zagovora. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne.		Positive evaluation of laboratory assignments is a prerequisite for the exam. Written and oral exam: A score of at least 50 % on the written exam is a prerequisite for undertaking the oral exam. Final grade is based on the results of written and oral examination. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10.
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	60,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

BRECL, Kristijan, BOKALIČ, Matevž, **TOPIČ, Marko**. Examination of photovoltaic silicon module degradation under high-voltage bias and damp heat by electroluminescence. Journal of solar energy engineering : Transactions of the ASME, ISSN 0199-6231, 2017, vol. 139, no. 3, str. 1-6.

KIRN, Blaž, BRECL, Kristijan, **TOPIČ, Marko**. A new PV module performance model based on separation of diffuse and direct light. Solar energy, ISSN 0038-092X, 2015, vol. 113, str. 212-230.

JOŠT, Marko, KRČ, Janez, **TOPIČ, Marko**. Camera-based angular resolved spectroscopy system for spatial measurements of scattered light. Applied optics, ISSN 1559-128X, 2014, vol. 53, no. 21, str. 4795-4803.

HERMAN, Matic, JANKOVEC, Marko, **TOPIČ, Marko**. Optimisation of the I–V measurement scan time through dynamic modelling of solar cells. IET Renew. Power Gener., 2013, Vol. 7, Iss. 1, pp. 63–70.

JANKOVEC, Marko, **TOPIČ, Marko**. Intercomparison of temperature sensors for outdoor monitoring of photovoltaic modules. Journal of solar energy engineering, ISSN 0199-6231, 2013, vol. 135, no. 3, str. 1-7.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Nelinearna elektronska vezja
Course title:	Non-Linear Electronic Circuits

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64224E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Marko Topič
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v prvi letnik podiplomskega magistrskega študijskega programa Elektrotehnika (druga stopnja). Uspešno opravljene laboratorijske vaje so pogoj za pristop k izpitu.	Enrolment in the 1st year of the 2nd cycle master study programme of Electrical Engineering Positive evaluation of laboratory assignments is a prerequisite for the exam.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
I. Vezja za preoblikovanje signalov • Uporovna vezja z enim vhodom a) ohmski usmerniki b) rezalniki c) napetostni regulatorji d) tokovni regulatorji e) komparatorji (obravnavani že pri EV-1) f) nelinearni ojačevalniki g) močnostni ojačevalniki • Dinamična vezja z enim vhodom a) RC in RL usmerniki (zmanjšan obseg, poudarek le na načrtovanju RC usmernika) b) množilniki napetosti (tudi preklopni) c) detektorji d) pripenjalnik II. Vezja za generiranje signalov • Monostabilni multivibrator, bistabilni multivibrator, astabilni multivibrator (poudarek na realizaciji z logičnimi gradniki) III. Preklopni napetostni stabilizatorji • DC/DC pretvorniki (poudarek na principu delovanja in na realizaciji)	1. Circuits for reshaping the signal forms • Resistive circuits • Ohmic rectifiers • Voltage limiters • Voltage regulators • Current regulators • Comparators • Non-linear amplifiers • Power amplifiers • Dynamic circuits • RC rectifiers • Voltage multipliers • Signal detectors • Clampers 1. Circuits for generating signals 1. Monostable, bistable and astable multivibrators 2. Switching regulators 1. DC/DC regulators 2. AC/DC (power supplies) 3. DC/AC (inverters) 3. Phase-locked loops 1. Basic principles and components 2. Applications 4. A/D and D/A conversion circuits

• preklopni usmerniki (poudarek na principu delovanja in na realizaciji) • preklopni razsmerniki (poudarek na principu delovanja in na realizaciji) IV. Fazno sklenjena zanka (poudarek na principu delovanja in na realizaciji) V. Analogno-digitalni in digitalno-analogni pretvorniki	1. Sample/Hold circuits 2. Anti-aliasing filters 3. A/D circuits 4. D/A circuits

Temeljna literatura in viri/Readings:

James W Nilsson and Susan Riedel: Electric Circuits (8th Edition) (2007) Roland E. Thomas: The Analysis and Design of Linear Circuits (2006) Donald O. Pederson and Kartikeya Mayaram: Analog Integrated Circuits for Communication: Principles, Simulation and Design (2007) M. Topič, A. Levstek in M. Jankovec: Zbirka rešenih nalog iz nelinearnih elektronskih vezij, 2006. M. Topič: Nelinearna elektronska vezja (učbenik v pripravi).

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Predmet nagrajuje znanja analognih elektronskih vezij in podaja temeljna znanja s področja nelinearnih elektronskih vezij, ki so osnova za inženirje elektrotehnike. Predmet opisuje temeljne principe, ki so vezani na primere in znanja iz prakse. Snov predstavlja zaključeno celoto s področja nelinearnih elektronskih vezij in predstavlja nadgradnjo predmeta Analogna elektronska vezja na študijski smeri Elektronika, hkrati pa je podlaga za strokovne predmete v višjih letnikih študija elektronike.	The subject extends the knowledge of analog electronic circuits and provides foundations of non-linear electronic circuits. The subject covers principles of signal reshaping or generation by non-linear circuits and provides practical examples of real world devices. The content is selected as a broad range of non-linear circuit types and is a foundation for advanced concepts in analog electronics.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - razpoznati in razumeti delovanje vezij za preoblikovanje signalov - znati načrtati vezja za preoblikovanje signalov in jih uporabiti pri inženirskem delu - razložiti delovanje ohmskih usmernikov. - opredeliti tipe napetostnih regulatorjev in razložiti principe omejevanja toka - razpoznati in razumeti delovanje vezij za generiranje signalov - razložiti delovanje preklopnih napetostnih regulatorjev in napajalnikov ter oceniti njihove omejitve - pojasniti delovanje in praktično uporabnost fazno sklenjenih zank - razložiti glavne principe analogno-digitalnih in digitalno-analognih pretvornikov ter oceniti njihove omejitve - analizirati in načrtovati nelinearna elektronska vezja in sisteme.	After successful completion of the course, students should be able to: - recognize and understand principles of operation of electronic circuits for analog signal processing. - design circuits for analog signal processing - explain operation principles of ohmic rectifiers - define types of voltage regulators and principles of current limiting - recognize and understand priciples of operation of circuits for signal generation - explain operation of switching regulators and power supplies and evaluate their limitatios - explain principles of operation and applicability of phase-closed loops - explain prevailing principles of analog-to-digital and digital-to-analog converters and evaluate their limitations - analyse and design non-linear electronic circuits and systems

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje, delo doma/domače naloge.	Lectures, laboratory work, work at home/homeworks.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Uspešno opravljene laboratorijske vaje so pogoj za pristop k izpitu. Pisni in ustni izpit: Kandidat, ki na pisnem izpitu zbere vsaj 50 % možnih točk, lahko pristopi k ustnemu izpitu. Skupna končna ocena se oblikuje na podlagi rezultata pisnega izpita in ustnega zagovora. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne.		Positive evaluation of laboratory assignments is a prerequisite for the exam. Written and oral exam: A score of at least 50 % on the written exam is a prerequisite for undertaking the oral exam. Final grade is based on the results of written and oral examination. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10.
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	60,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

BRECL, Kristijan, BOKALIČ, Matevž, **TOPIČ, Marko**. Examination of photovoltaic silicon module degradation under high-voltage bias and damp heat by electroluminescence. Journal of solar energy engineering : Transactions of the ASME, ISSN 0199-6231, 2017, vol. 139, no. 3, str. 1-6.

KIRN, Blaž, BRECL, Kristijan, **TOPIČ, Marko**. A new PV module performance model based on separation of diffuse and direct light. Solar energy, ISSN 0038-092X, 2015, vol. 113, str. 212-230.

JOŠT, Marko, KRČ, Janez, **TOPIČ, Marko**. Camera-based angular resolved spectroscopy system for spatial measurements of scattered light. Applied optics, ISSN 1559-128X, 2014, vol. 53, no. 21, str. 4795-4803.

HERMAN, Matic, JANKOVEC, Marko, **TOPIČ, Marko**. Optimisation of the I–V measurement scan time through dynamic modelling of solar cells. IET Renew. Power Gener., 2013, Vol. 7, Iss. 1, pp. 63–70.

JANKOVEC, Marko, **TOPIČ, Marko**. Intercomparison of temperature sensors for outdoor monitoring of photovoltaic modules. Journal of solar energy engineering, ISSN 0199-6231, 2013, vol. 135, no. 3, str. 1-7.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Nevrokibernetika
Course title:	Neurocybernetics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64212

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Damijan Miklavčič

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Zgradba nevrona, Nernstova enačba, mirovna membranska napetost, nastanek akcijskega potenciala, prenos signalov vzdolž nevronov in med nevroni, sinapse, nevrotransmiterji in njihovi receptorji. Ideja formalnega nevrona in osnove nevronskih mrež. Zgradba mišic in posebnosti skeletnih, gladkih in srčne mišice. Hillova enačba, proces mišičnega utrujanja. Gibanje in njegov nadzor: spodnji motorični nevron, zgornji motorični nevron, vloga možganskega debla, malih možganov, globjih možganskih struktur in motoričnega korteksa. Receptorji in senzorični organi: nastanek in oblika signala, ki je posledica percepcije; vid, sluh, bolečina in zaznavanje kemijskih substanc. Refleksi. Višje možganske funkcije, spomin, učenje, senzorično-motorična integracija. Elektrotehniške naprave, ki nadomeščajo izgubljene telesne funkcije.	Structure of the neuron, Nernst equation, transmembrane potential, the formation of an action potential, transmission of signals along the neurons and between neurons, synapses, neurotransmitters and their receptors. The idea of formal neuron and the basic neural networks. Muscles and specialities of skeletal, smooth and cardiac muscle. Hill's equation, the process of muscle fatigue. Movement and its control: the lower motor neuron, upper motor neuron, the role of the brainstem, cerebellum, deeper brain structures and motor cortex. Receptors and sensory organs: the formation and shape of the signal, which is a result of perception; vision, hearing, pain and detection of chemical substances. Reflexes. Higher brain functions, memory, learning, sensory-motor integration. Electrotechnical devices that replace lost body functions.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Hall WC, LaMantia AS, McNamara JO, White LE. Neuroscience. Sinauer Associates; 4th Edition edition, 2007.
2. Deutsch S, Deutsch A. Understanding the nervous system An engineering perspective. Wiley-IEEE Press, 1993.
3. Pflanzer RG. Experimental and Applied Physiology. McGraw-Hill, 2007.
4. Guyton AC, Hall JE. Textbook Of Medical Physiology. W.B. Saunders Company: 10th ed. 2000.
5. Barth FG, Humphrey JAC, Secomb TW. Sensors and sensing in biology and enginnering. Springer, 2003.

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Seznaniti slušatelje z delovanjem živih organizmov in njihovih sestavnih delov. Poudarek je na razumevanju načinov sprejemanja različnih informacij iz okolja, prenašanju informacij po organizmu, procesiranju informacij, integraciji različnih tipov informacij in nastanku odziva na te informacije. Fiziologija živega organizma je predstavljena z inženirskega stališča. Tak način omogoča slušatelju bodisi prenos optimiranih rešitev iz narave v tehniško okolje (bionika) bodisi idejno snovanje novih naprav, ki bodo nadomeščale izgubljene ali dopolnjevale okrnjene telesne funkcije.	To introduce the students with the activity of living organisms and their components. The focus of the course is in understanding the ways of acquiring various information from the environment, transferring information in the organism, information processing, integration different types of information and producing appropriate response to this information. Physiology of a living organism is represented by an engineering point of view. This concept allows the student the transfer of optimized solutions from the nature to the technical environment (bionics) or design of the new facilities that are appropriate for compensation of lost body functions.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Integrirati znanje fiziologije živih organizmov z inženirskega stališča in uporabiti inženirsko znanje za reševanje biomedicinskih problemov.	To integrate knowledge of the physiology of living organisms from the engineering point of view and to use engineering knowledge in solving biomedical problems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Snov predmeta bodo študenti osvojili na predavanjih, z vodenim individualnim študijem in na laboratorijskih vajah.	The course will be guided through lectures in the class, individual study and laboratory work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt) Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Preverjanje znanja: laboratorijske vaje, domača naloga in ustni izpit; pozitivna ocena laboratorijskih vaj in domače naloge je pogoj za pristop k ustnemu izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijsko delo in domače naloge, ustni izpit		Type (examination, oral, homework, laboratory exercises, project) Negative grade: 5 Positive grades: from 6 to 10 Positive evaluation of laboratory exercises and homework is a prerequisite for the final exam. Contributions to the final grade: laboratory work and home work, oral examination
laboratorijsko delo in domače naloge	55,00 %	laboratory work and home work
ustni izpit	45,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MALI, Barbara, ZULJ, Sara, MAGJAREVIĆ, Ratko, MIKLAVČIČ, Damijan, JARM, Tomaž. Matlab-based tool for ECG and HRV analysis. *Biomedical signal processing and control*, 2014, vol. 10, str. 108-116.
2. MALI, Barbara, MIKLAVČIČ, Damijan, SERŠA, Gregor, JARM, Tomaž. Comparison of protocols for synchronized electroporation pulse delivery. V: 6th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, MBEC 2014, 7-11 September 2014, Dubrovnik, Croatia. LACKOVIĆ, Igor (ur.), VASIĆ, Darko (ur.). *IFMBE proceedings*, (IFMBE proceedings, ISSN 1680-0737, vol. 45). Cham [etc.]: Springer, cop. 2014, str. 586-589, ilustr.
3. MALI, Barbara, JARM, Tomaž, ČOROVIĆ, Selma, PAULIN-KOŠIR, Marija Snežna, ČEMAŽAR, Maja, SERŠA, Gregor, MIKLAVČIČ, Damijan. The effect of electroporation pulses on functioning of the heart. *Medical & biological engineering & computing*, 2008, vol. 46, no. 8, str. 745-757.
4. ŽUPANIČ, Anže, RIBARIČ, Samo, MIKLAVČIČ, Damijan. Increasing the repetition frequency of electric pulse delivery reduces unpleasant sensations that occur in electrochemotherapy. *Neoplasma*, 2007, vol. 54, 3, str. 246-250.
5. MIKLAVČIČ, Damijan, PUCIHAR, Gorazd, PAVLOVEC, Miran, RIBARIČ, Samo, MALI, Marko, MAČEK LEBAR, Alenka, PETKOVŠEK, Marko, NASTRAN, Janez, KRANJC, Simona, ČEMAŽAR, Maja, SERŠA, Gregor. The effect of high frequncy electric pulses on muscle contractions and antitumor efficiency in vivo for a potential use in clinical electrochemotherapy. *Bioelectrochemistry*, 2005, vol. 65, no. 2, str. 121-128.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Numerično modeliranje fizikalnih pojavov v tehniki, biologiji in medicini
Course title:	Numerical Modelling of Physical Phenomena in Engineering, Biology and Medicine

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64252

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Alenka Maček Lebar

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik. Pogoj za vključitev v študijski proces sta poznavanje višje matematike in osnov programiranja.	Enrolment in the year of the course. The condition for inclusion in the study process is the knowledge of higher mathematics and the basics of programming.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Predavanja: Kratek pregled osnovnih postopkov modeliranja v tehniki in biologiji; določitev opazovanega sistema in njegove okolice, izbira ustreznih spremenljivk za opis sistema, časa opazovanja pojava ter matematični zapis le tega. Numerične metode za reševanje sistemov linearnih algebrajskih enačb in nelinearnih algebrajskih enačb. Optimizacijski postopki. Numerične metode za reševanje navadnih diferncialnih enačb. Formulacija parcialnih diferencialnih enačb z ustreznimi začetnimi in robnimi pogoji. Numerično reševanje parcialnih diferencialnih enačb; osnove metode končnih diferenc in metode končnih elementov. Osnove modeliranja s celičnimi avtomati. Osnove metod tipa Monte Carlo. Laboratorijske vaje: Reševanje različnih primerov iz tehnike in biologije in medicine z uporabo programa Matlab in njegove zbirke orodij (Partial Differential Equation Toolbox) ter programa Comsol Multiphysics.	Lectures: A brief overview of the basic procedures of modelling in engineering and biology; determination of the system and its surroundings, the selection and mathematical description of variables that describe the system and the observation time. Numerical methods for solving systems of linear algebraic equations and nonlinear algebraic equations. The optimization procedures. Numerical methods for solving ordinary differential equations. Formulation of partial differential equations with appropriate initial and boundary conditions. Numerical solution of partial differential equations; basics of finite difference method and finite element method. The basics of cellular automata and Monte Carlo methods. Laboratory work: Solving of various problems in biology and medicine using Matlab, its toolboxes (Partial Differential Equation Toolbox) and Comsol Multiphysics program.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Dunn SM, Constantinides A, Moghe PV. Numerical methods in biomedical engineering, Elsevier 2006
2. Reddy J.N. Introduction to the Finite Element Method, McGraw-Hill 1993
3. Fagan MJ. Finite Element Analysis - Theory and Practice, Longman 1992
4. Kwon YW, Bang H. The finite element method using Matlab, CRC Press 2000
5. Comsol Multiphysics - User's Guidebook, Comsol AB., 2004
6. Schiff JL. Cellular Automata: A Discrete View of the World, Wiley-Interscience 2008

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
V okviru predmeta bodo študenti pridobili znanja o modeliranju in uporabi numeričnih metod pri reševanju problemov iz tehnike, biologije in medicine. Seznanili se bodo z osnovnimi postopki zapisa modela opazovanega pojava na osnovi tipičnih a raznolikih primerov iz tehnike, medicine in biologije. Spoznali bodo osnove modeliranja s celičnimi avtomati, metodami tipa Monte Carlo ter osnovne optimizacijske postopke. Večino snovi predmeta pokrivajo numerični postopki za reševanje parcialnih diferencialnih enačb. Študenti bodo osvojili teoretične osnove metode končnih diferenc in metode končnih elementov. Na osnovi reševanja sprva preprostih in nato zapletenejših problemov se bodo spoznali s prednostimi in omejitvami numeričnih metod. Pomemben del učnega procesa bo predstavljala analiza izračunanih vrednosti in njihova primerjava z eksperimentalno pridobljenimi vrednostmi, v primerih, kjer bodo rezultati ustreznih meritev na voljo. Raznolikost obravnavanih primerov bo študentom ponudila uporabno znanje na širšem področju tehnike in naravoslovja.	During this course students will gain knowledge about the modeling and the use of numerical methods for solving problems in engineering, biology and medicine. They will learn the basic procedures of mathematical model construction on the basis of typical examples from technique, medicine and biology. They will learn the basics of cellular automata modeling, Monte Carlo methods and optimization procedures. Mostly, the course deals with numerical methods for solving partial differential equations. Students learn the theoretical basis of the finite difference and finite element method. On the basis of solving simple problems at the beginning and more complex problems during the course the students familiarize with the advantages and limitations of numerical methods. An important part of the learning process is an analysis of the calculated values and their comparison with the experimentally obtained values in cases where the results of the corresponding measurements are available. The diversity of cases offers students an useful knowledge in the wider field of engineering and science.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • opisati koncepte modeliranja v tehniki, biologij in medicini • izbrati ustrezen način numeričnega reševanja zapisanih matematičnih formulacij • navesti teorijo metode končnih elementov kot poglavitne metode za numerično reševanje parcialnih diferencialnih enačb • aplicirati numerične metode na preproste in kompleksnejše primere • razložiti prednosti in slabosti numeričnih metod.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe the concepts of modelling in technology, biology in medicine • choose the appropriate method for numerical solving of mathematical formulations • state the theory of finite element method as the main method for numerical solving of partial differential equations • use numerical methods for solving simple and more complex cases • explain the advantages and disadvantages of numerical methods.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja; skupno reševanje tipičnih nalog za razumevanje snovi v okviru laboratorijskih vaj; reševanje kompleksnejših nalog v okviru laboratorijskih vaj in samostojnega dela doma.	Lectures; solving typical problems in the context of laboratory work; solving complex tasks in the context of laboratory work and independent work at home.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Pisni izpit, ustno izpit, domače naloge, laboratorijske vaje Ocena 5 je negativna ocena,		Written exam, oral exam, laboratory exercises, homework Negative grade is 5, positive grades:

ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za opravljanje izpita. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in domače naloge pisni izpit in/ali ustni izpit		from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: laboratory exercises written exam and/or oral exam
laboratorijske vaje in domače naloge	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit in/ali ustni izpit	50,00 %	written exam and/or oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. Maček Lebar A, Damjanić F, Antolič V, Iglič A, Srakar F, Brajnik D. Nepravilnosti v cementnem plašču : analiza z metodo končnih elementov = Cement filling defects : a finite element analysis. Farmacevtski vestnik 47(3): 311-314, 1996.
2. Iglič A, Kralj-Iglič V, Daniel M..., Maček Lebar A. Computer determination of contact stress distribution and size of weight bearing area in the human hip joint. Computer methods in biomechanics and biomedical engineering 5(2): 185-192, 200
3. Šel D, Maček Lebar A, Miklavčič D. Feasibility of employing model-based optimization of pulse amplitude and electrode distance for effective tumor electropermeabilization. IEEE T. Biomed. Eng. 54: 773-781, 2007.
4. Jelenc J, Jelenc J, Miklavčič D, Maček Lebar A. Low-frequency sonoporation in vitro: experimental system evaluation. Strojn. Vestn. 58: 319-326, 2012.
5. Maček Lebar A, Velikonja A, Kramar P, Iglič A: Internal configuration and electric potential in planar negatively charged lipid head group region in contact with ionic solution, Bioelectrochemistry, 111: 49–56, 2016.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Obdelava biomedicinskih signalov
Course title:	Biomedical Signal Processing

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64213

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Tomaž Jarm

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Izvor in vrste biomedicinskih signalov ter cilji obdelave. Slučajna spremenljivka, verjetnostne funkcije, funkcije slučajnih spremenljivk. Slučajni procesi in momentne funkcije. Korelacija, konvolucija, koherenca. Ocenjevanje statističnih veličin iz časovno omejenih signalov. Ocenjevanje stacionarnosti in ponovljivosti. Spekter močnostne gostote. Klasične na Fourierjevi transformaciji temelječe in moderne (parametrične) metode za spektralno analizo slučajnih signalov. Podatkovna okna. Modeliranje slučajnih signalov. Linearna predikcija. Lastnosti in tipični postopki za obdelavo elektrofizioloških signalov (EKG, EMG, EEG). Motnje v biomedicinskih signalih in njihovo filtriranje. Optimalno in adaptivno filtriranje. Detekcija dogodkov in valovnih oblik v biomedicinskih signalih. Cepstrum in homomorfna dekonvolucija. Časovno-frekvenčna analiza nestacionarnih signalov. Zvezna in diskretna valčna transformacija (multiresolucijska analiza). Metodi PCA in PCI.	Sources and types of biomedical signals, goals of signal processing. Random variable, probability functions, functions of random variables. Random processes, moment functions. Correlation, convolution, coherence. Parameter estimation based on time-limited random signals. Stationarity and nonstationarity of random signals, assessment of stationarity. Power spectral density and its estimates based on classical (Fourier-based) and modern approaches (based on parametric modeling of random signals). Data windows. Parametric modeling of random processes and linear prediction. Common electrophysiological signals, their properties and common signal processing approaches (EKG, EMG, EEG). Noise in biomedical signals and filtering. Optimal and adaptive filtering. Event and wavelet detection. Cepstrum and homomorphic deconvolution. Time-frequency analysis of non-stationary signals (using short-time Fourier transform and wavelet transform).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. E.N. Bruce: Biomedical signal processing and signal modeling. Wiley-Interscience, 200
2. R.M. Rangayyan: Biomedical signal analysis: a case-study approach. Wiley-IEEE Press, 2001.
3. L. Soernmo, P. Laguna: Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications. Academic Press, 2005.
4. H. Stark, J.W. Woods: Probability and random processes with applications to signal processing (3rd ed.). Prentice Hall, 2002.

5. J.L. Semmlow: Biosignal and biomedical image processing: MATLAB-based applications. CRC Press, 2004.
6. T. Jarm, S. Reberšek: Obdelava biomedicinskih signalov. Založba FE in FRI, 2005.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Spoznati in razumeti koncept slučajnih procesov, ki je temelj za razumevanje metod za obdelavo slučajnih signalov. Razumeti delovanje različnih metod za obdelavo biomedicinskih signalov ter prepoznati njihovo praktično uporabnost na praktičnih primerih biomedicinskih signalov različnega izvora. Pridobiti sposobnost samostojno izbrati in utemeljiti ustrezen način obdelave različnih biomedicinskih in drugih signalov slučajne narave.	To get insight into principles of random processes in relation to signal processing applications. Understanding of theoretical background of various methods for biomedical signal processing and to recognize practical usefulness of these methods for extraction of information from common electrophysiological and other signals of biomedical origin.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu na bi bili študenti zmožni: - Razširiti znanje in razumevanje področja obdelave signalov z determinističnih signalov na signale slučajne narave. - Klasificirati signale glede na njihove splošne lastnosti. - Predstaviti najpogostejše vrste signalov biomedicinskega izvora in področja uporabe teh signalov. - Aplicirati različna matematična orodja (v programskem okolju MATLAB) za določanje klinično pomembnih značilk iz biomedicinskih in drugih slučajnih signalov. - Aplicirati orodja za časovno-frekvenčno analizo nestacionarnih signalov. - Izbrati in preučiti dodatno literaturo za reševanje konkretnega specifičnega problema bodisi samostojno ali v skupini. - Zgraditi programsko orodje za reševanje specifičnega problema.	After successful completion of the course, students shoud be able to: - Expand knowledge about signal processing approaches from deterministic to random signals. - Classify signals according to their general properties. - Present the most commonly encountered signals of biomedical origin and application areas for these signals. - Apply various mathematical tools (using MATLAB) for extraction of clinically relevant information from biomedical and other stochastic signals. - Apply mathematical tools for analysis of nonstationary signals in the time-frequency domain. - Select and analyse additional literature to solve a concrete specific problem either independently or as member of a group. - Design a program to solve a specific problem.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Metode poučevanja vključujejo predavanja in praktične laboratorijske vaje. Predavanja: formalno podajanje ključnih elementov snovi podprto s projekcijo slikovnega gradiva ter demonstracijo delovanja posameznih metod. Primeri analitičnega reševanja nekaterih računskih nalog. Laboratorijske vaje: uporaba obravnavanih metod na krajših nalogah na signalih biomedicinskega izvora, ki vsaj delno izvirajo iz praktičnega izvajanja meritev pri drugih predmetih. Del laboratorijskih vaj se lahko nadomesti z obsežnejšo projektno nalogo, kjer študenti zastavljeni problem analizirajo, poiščejo dodatno literaturo, in predlagajo rešitev. Pri reševanju problema morajo integrirati različne dele obravnavane snovi.	Lectures, individual practical lab work, self study. One part of lab work can be replaced by project work (individual or team assignment). Practical work involves application of methods for signal processing on real signals of biomedical origin (signals from clinical environment or students' own signals recorded during lab assignments from other courses).

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje (lahko delno izvedeno kot projekt), izpit (pisni ali ustni ali kombinacija obeh oblik). Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna		Type: laboratory exercises (can be partially realized as a project), exam (written, oral or a combination of both). Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive

ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje izpit		evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises exam
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
izpit	60,00 %	exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. JARM, Tomaž, REBERŠEK, Stanislav. Obdelava biomedicinskih signalov. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2005.
2. JARM, Tomaž, ČEMAŽAR, Maja, MIKLAVČIČ, Damijan, SERŠA, Gregor. Antivascular effects of electrochemotherapy: implications in treatment of bleeding metastases. Expert rev. anticancer ther., 2010, vol. 10, no. 5, str. 729-746.
3. ŠTIRN, Igor, JARM, Tomaž, KAPUS, Venceslav, STROJNIK, Vojko. Evaluation of muscle fatigue during 100-m front crawl. European journal of applied physiology. [Online izd.], 2011, vol. 111, no. 1, str. 101-11
4. Mali B, Žulj S, Magjarević R, Miklavčič D, Jarm T. Matlab-based tool for ECG and HRV analysis. Biomed. Signal Process. Control 10: 108-116, 2014
5. MALI, Barbara, GORJUP, Vojka, EDHEMOVIĆ, Ibrahim, BRECELJ, Erik, ČEMAŽAR, Maja, SERŠA, Gregor, STRAŽIŠAR, Branka, MIKLAVČIČ, Damijan, JARM, Tomaž. Electrochemotherapy of colorectal liver metastases - an observational study of its effects on the electrocardiogram. BioMedical engineering online, vol. 14, suppl. 3, 2015.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Obdelava slik in videa
Course title:	Digital signal and video processing

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64238

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Tomaž Vrtovec
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni strokovni/Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v 1. letnik študijskega programa.	Enrolment in the 1st year of the study programme.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Nastanek slike (zajem, vzorčenje in rekonstrukcija slik ter percepcija slikovne informacije); barve in barvne slike (fizikalni pomen barv, barvni modeli, prostori in metrika, primerjava in pretvorba med barvnimi prostori); histogrami slik ter teorija informacij; interpolacija in decimacija slik; prikazovanje slik; preslikave slik (intenzitetne in geometrijske preslikave); zgoščevanje slik; prostorsko filtriranje slik (z jedrom, statistično in morfološko filtriranje); razgradnja slik (z odvodi oz. robljenjem, upragovljanjem, razvrščanjem in modeli, Houghova preslikava, analiza osnovnih komponent); frekvenčna analiza slik; filtriranje slik v frekvenčni domeni; obdelava in analiza videa (detekcija, analiza in vrednotenje premikov, vektor premika, filtriranje šuma, detekcija in odstranjevanje madežev, odpravljanje migetanja); standardi zapisa in kvaliteta slikovnih in video komunikacijskih storitev.	Image formation (image acquisition, sampling and reconstruction, and perception of visual information); color and color images (physical interpretation of colors, color models, spaces and metrics, comparison and conversion among color spaces); image histograms and information theory; image interpolation and decimation; image visualization; image transformations (intensity and geometrical transformations); image compression; spatial image filtering (with kernel, statistical and morphological filtering); image segmentation (with derivatives – edge detection, thresholding, classification and models, Hough transform, principal component analysis); image analysis in the frequency domain; image filtering in the frequency domain; video processing and analysis (motion detection, analysis and evaluation, motion vector, noise filtering, blotch detection and removal, flicker correction); standards and quality of imaging and video communication services.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing, Pearson Prentice Hall, 3. izdaja, 2008.
2. B. Likar: Biomedicinska slikovna informatika in diagnostika, Založba FE in FRI, 2008.
3. W. Burger, M.J. Burge: Principles of Digital Image Processing: Fundamental Techniques, Springer, 2009.
4. W. Burger, M.J. Burge: Principles of Digital Image Processing: Core Algorithms, Springer, 2009.
5. W. Burger, M.J. Burge: Principles of Digital Image Processing: Advanced Methods, Springer, 2013.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj predmeta je pridobiti znanja iz področja digitalne obdelave slikovnega in video gradiva, ki vključuje razumevanje postopkov za digitalno obdelavo večdimenzionalnih signalov, pridobitev usposobljenosti za izbor načina zajema, obdelave in shranjevanja slik, interpretacijo barv v digitalnih slikovnih sistemih, razumevanje predstavitve večdimenzionalnih signalov v frekvenčnem prostoru ter poznavanje postopkov za zgoščevanje slik in videa. Praktične laboratorijske vaje temeljijo na implementaciji računalniških oziroma informacijsko podprtih postopkov za digitalno obdelavo slik in videa.	The course objective is to obtain knowledge in the field of digital image and video processing, including the understanding of digital processing of multidimensional signals, obtaining qualifications for choosing relevant methods for image acquisition, processing and storage, interpretation of colors in digital imaging systems, understanding of the representation of multidimensional signals in the frequency domain and understanding image and video compression algorithms. Practical laboratory work consists of implementing computerized and information-assisted techniques for digital image and video processing.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešnem zaključku predmeta naj bi bili študenti sposobni: • opredeliti sliko oz. video kot večdimenzionalni signal; • primerjati različne načine prikazovanja slik in videa ter njihove predstavitve v barvnih prostorih; • razlikovati med različnimi vidiki vzorčenja slik in videa (ločljivost slikovnega elementa, prostorska, spektralna, časovna in radiometrična ločljivost); • razlikovati med različnimi standardi za zgoščevanje slik in videa z vidika teorije informacij; • izbrati ustrezno metodo za filtriranje slik v prostorski ali frekvenčni domeni za namene dane aplikacije; • uporabiti različne tehnike za preslikavo slik (intenzitetne preslikave, geometrijske preslikave); • razviti poenostavljene računalniške algoritme za reševanje problemov iz področja obdelave slik in videa; • vrednotiti obstoječe in nove metode za obdelavo slik in videa.	With successful course completion, the students should be able to: • define the image and video as a multidimensional signal; • compare different image and video visualization techniques and their representation in color spaces; • differentiate among different aspects of image and video sampling (pixel, spatial, spectral, temporal and radiometric resolution); • differentiate among different standards for image and video compression in terms information theory; • choose an adequate method for image filtering in spatial or frequency domain for the purpose of the given application; • use different techniques for image transformation (intensity transformations, geometrical transformations); • develop simplified computer algorithms for problem solving in the field of image and video processing; • evaluate existing and new approaches for image and video processing.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja so namenjena podajanju teoretičnih postopkov, obstoječih standardov ter uveljavljenih metod, ki so dodatno utemeljene z opisom praktičnih primerov na različnih področjih. Laboratorijske vaje so namenjene pridobivanju praktičnih znanj, in sicer izdelavi računalniških postopkov za obdelavo in analizo slik in videa.	During lectures, theoretical aspects of techniques, existing standards and established methods are given, which are additionally supported by descriptions of practical examples from different fields of application. During laboratory practice, techniques for computerized image processing and analysis are developed and implemented.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: sprotne obveznosti iz laboratorijskih vaj, zagovor laboratorijskih vaj, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna. Ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena sprotnih obveznosti laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k zagovoru laboratorijskih vaj. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k pisnemu izpitu. Pozitivna ocena pisnega izpita je pogoj za		Type: laboratory work assignments, laboratory work defence, written exam, oral exam. Negative grade: 5. Positive grades: from 6 to 10. A positive grade of laboratory work assignments is a prerequisite for the laboratory work defence. A positive grade of laboratory work defence is a prerequisite for the written exam. A positive grade of the written exam is a

pozitivno končno oceno. Ustni izpit se opravi po potrebi v koliko želi študent spremeniti končno oceno. Prispevki k oceni: - sprotne obveznosti iz lab. vaj - zagovor laboratorijskih vaj - pisni izpit		prerequisite for a positive final grade. The oral exam is performed optionally when a student wishes to change the final grade. Contributions to the final grade: - laboratory work assignments - laboratory work defence - written exam
- sprotne obveznosti iz lab. vaj	33,00 %	- laboratory work assignments
- zagovor laboratorijskih vaj	33,00 %	- laboratory work defence
- pisni izpit	34,00 %	- written exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. Bulat Ibragimov, Robert Korez, Boštjan Likar, Franjo Pernuš, Lei Xing in Tomaž Vrtovec. Segmentation of pathological structures by landmark-assisted deformable models. IEEE Transactions on Medical Imaging, 36(7):1457-1469, 2017. [doi:10.1109/TMI.2017.2667578] [FV: 3.942 (2016); 9/105 computer science, interdisciplinary applications; četrtina]
2. Ching-Wei Wang, Cheng-Ta Huang, Jia-Hong Lee, Chung-Hsing Li, Sheng-Wei Chang, Ming-Jhih Siao, Tat-Ming Lai, Bulat Ibragimov, Tomaž Vrtovec, Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, Tim F. Cootes in Claudia Lindner. A benchmark for comparison of dental radiography analysis algorithms. Medical Image Analysis, 31:63-76, 2016. [doi:10.1016/j.media.2016.0004] [FV: 4.188 (2016); 8/105 computer science, interdisciplinary applications; 1. četrtina]
3. Robert Korez, Bulat Ibragimov, Boštjan Likar, Franjo Pernuš in Tomaž Vrtovec. A framework for automated spine and vertebrae interpolation-based detection and model-based segmentation. IEEE Transactions on Medical Imaging, 34(8):1649-1662, 2015. [doi:10.1109/TMI.2015.2389334] [FV: 390 (2014); 18/249 engineering, electrical & electronic; 1. četrtina]
4. Bulat Ibragimov, Boštjan Likar, Franjo Pernuš in Tomaž Vrtovec. Shape representation for efficient landmark-based segmentation in 3D. IEEE Transactions on Medical Imaging, 33(4):861-874, 201 [doi:10.1109/TMI.2013.2296976] [FV: 3.390 (2014); 18/249 engineering, electrical & electronic; 1. četrtina]
5. Bulat Ibragimov, Boštjan Likar, Franjo Pernuš in Tomaž Vrtovec. A game-theoretic framework for landmark-based image segmentation. IEEE Transactions on Medical Imaging, 31(9):1761-1776, 2012. [doi:10.1109/TMI.2012.2202915] [FV: 4.027 (2012); 8/242 engineering, electrical & electronic; 1. četrtina]

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Operacijske raziskave v telekomunikacijah
Course title:	Operations research in telecommunications

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64243

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Andrej Košir

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni/Compulsory professional

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Algoritem in numerična analiza (algoritem, časovna in prostorska zahtevnost). Teorija grafov (opis, operacije na grafih, osnovni grafovski algoritmi, izbrane lastnosti grafov). Uvod v operacijske raziskave in optimizacijo. Optimizacijska naloga (formulacija, tipi rešitev, kriterijske funkcije). Linearno programiranje in celoštevilsko programiranje (predstavitev, simpleksna metoda, primeri iz TK). Analiza mreže (maksimalen pretok, minimalna cena, najkrajša pot). Nelinearna optimizacija (gradientna in Newtonova metoda, optimizacija pri pogoju). Markovski verige (klasifikacija stanj, ergodičnost, uporaba). Teorija časovnih vrst in teorija čakalnih vrst (osnovna analiza). Pomembne aplikacije v TK. Optimalnost s stališča uporabnikove interakcije in optimizacija z uporabnikom v središču.	Algorithm and numerical analysis (algorithm, time and space complexity). Graph theory (description, operations on graphs, basic graph algorithms, the properties of graphs). Introduction to operational research and optimization. Optimization task (formulation of solutions, cost function). Linear programming and integer programming (simplex method, examples from TC). Network analysis (maximum flow, minimum price, shortest path). Nonlinear optimization (gradient and Newton methods, optimization). Markov chains (classification of states, ergodicity). Time series and traffic models, queuing theory (primary analysis). Important applications in telecommunications. Optimal user interaction and the user-centric optimization.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. W. L. Winston: Operations research Applications and Algorithms, Brooks/Cole, 2004.
2. Mauricio G.C. Resende, Panos Pardalos: Handbook of Optimization in Telecommunications, Springer, 2006.
3. M. W. Carter, C. C. Price: Operations Research, A Practical Introduction, CRC Press, 2000.
4. M. X. Cheng, Y. Li, D.-Z. Du: Combinatorial Optimization in Communication Networks, Springer, 2006.
5. A. Košir: Operacijske raziskave v telekomunikacijah, Založbe FE in FRI, 2013.

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Spoznavanje osnov optimizacijskih metod in algoritmov. Spoznavanje osnovnih principov optimizacije in njenih postopkov z aplikacijo v telekomunikacijah. Spoznavanje različnih možnosti optimizacije in racionalizacije procesov ter postopkov v telekomunikacijah. Spoznati razrede optimizacijskih problemov in njihovih osnovnih rešitev.	Basics optimization methods and algorithms. Understanding the basic principles of optimization and its procedures with application in telecommunications. Getting to know the various options to optimize and streamline processes and procedures in telecommunications. Getting to know selected classes of optimization problems and their basic solutions.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • Klasificirati tip optimizacijskega problema kot so linearno programiranje, nelinearna optimizacija itd; • Razviti in zgraditi optimizacijski problem s kriterijsko funkcijo na podlagi opisa realne situacije. • Analizirati optimizacijski algoritem v smislu računske in prostorske zahtevnosti • Izbrati ustrezne metode in orodja glede na predstavljene lastnosti problema. • Poznati uporabo operacijskih raziskav na področju telekomunikacij • Uporabiti programska in matematična orodja za reševanje optimizacijskih problemov.	After successful completion of the course, students should be able to: • To classify the type of the optimization problem such as linear program, nonlinear optimization etc; • To development and design an optimization problem and its objective function based on a description of a real situation. • To perform time and space complexity of an optimization algorithm • To select the most appropriate method and tool based on the problem description. • Know the role of operational research in the field of telecommunications • Using the software and mathematical tools to solve the selected optimization task

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja podajajo teoretične osnove in osnovne načine sklepanja, ki so redno podkrepljeni s primeri. Avditorne vaje podajajo več primerov z namenom izboljšanja analitičnih spretnosti in osvetljevanja dodatnih vidikov. Oba procesa sta podprta z uporabo Jupyter Python okolja in drugimi programskimi orodji, ki omogoča prikaze v predavalnici in prostovoljno konstruktivno delo študentov doma. Gre za pokrivanje obvladljivih primerov optimizacijskih problemov	Lectures provide theoretical backgrounds and basic reasoning supported by illustrative examples. Tutorials adds more examples and focus on improvement of analytical skills of students. Both methods are supported by the Jupyter Python system and selected software optimization tools allowing hands-on learning and voluntary student's work at home. It covers analyzable examples of optimization problems.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: Poročila, projekt, pisni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Sprejeta poročila so pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: Poročila lab. vaj Skupinski projekt Ustni izpit		Type: Reports, group project and oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of lab reports is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: Lab reports Group project Oral exam
Poročila lab. vaj	30,00 %	Lab reports
Skupinski projekt	30,00 %	Group project
Ustni izpit	40,00 %	Oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MEŽA, Marko, KOŠIR, Janja, STRLE, Gregor, KOŠIR, Andrej. Towards automatic real-time estimation of observed learner's attention using psychophysiological and affective signals : the touch-typing study case. IEEE access, ISSN 2169-3536, 2017, vol. , str. 1-18.
2. VODLAN, Tomaž, TKALČIČ, Marko, KOŠIR, Andrej. The impact of hesitation, a social signal, on a user's quality of experience in multimedia content retrieval. Multimedia tools and applications, 2015, vol. 74, no. 17, str. 6871-6896.
3. DROFTINA, Uroš, ŠTULAR, Mitja, KOŠIR, Andrej. A diffusion model for churn prediction based on sociometric theory. Advances in data analysis and classification, 2015, vol. 9, iss. 3, str. 341-365.

4. PESKO, Marko, JAVORNIK, Tomaž, VIDMAR, Luka, KOŠIR, Andrej, ŠTULAR, Mitja, MOHORČIČ, Mihael. The indirect self-tuning method for constructing radio environment map using omnidirectional or directional transmitter antenna. EURASIP Journal on wireless communications and networking, 2015, vol. 2015.
5. ODIĆ, Ante, TKALČIČ, Marko, TASIČ, Jurij F., KOŠIR, Andrej. Predicting and detecting the relevant contextual information in a movie-recommender system. Interacting with computers, 2013, vol. 25, no. 1, str. 74-90.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Operacijski sistemi v realnem času
Course title:	Real-Time Operating Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64289

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Tadej Tuma

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovna ideja operacijskih sistemov. Vloga programskih jezikov in knjižnic. Načelo jedra in ovoja. Strukturne razlike med realnočasnimi in ne realnočasnimi operacijskimi sistemi. Večopravilnost in nizkonivojski preklopi med opravili. Upravljanje s kopico. Navidezni in fizični naslovni prostor. Odnosi med MMU, DAN in cache pomnilnikom. Datotečni sistemi. Navidezni pomnilnik. Velikost sklada in večskladovne strukture. Procesi in niti. Prioritetno razvrščanje.	The basic notion of operating systems. The role of programming languages and libraries. The kernel and shell concept. Structural differences between real-time and non-real-time operating systems. Multitasking and low level context switch. Heap management. Virtual vs. physical address space. The relations between MMU, DNA and memory cache. File systems. Virtual memory. Stack size and multiple stack structures. Processes and threads. Priority based scheduling.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. PUHAN, Janez. Operating systems, embedded systems and real-time systems. 1st ed. Ljubljana: FE Publishing, 2015. VII, 163 str.
2. Spletna stran operacijskega sistema FreeRTOS.
3. Spletna stran mikrokrmilniškega sistema Arduino Due
4. Spletna stran mikrokrmilnika SAM3X8E

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Razumeti sodobne industrijske operacijske sisteme za večopravilno delo v realnem času. Pridobiti pregled nad aktualnimi produkti za vgrajene mikrokrmilniške sisteme in spoznati praktično uporabo v okviru laboratorijskega dela.	Understanding contemporary industrial operating systems with multitasking and real-time capabilities. Surveille of modern embedded systems software development products and hands-on project lab work.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:

Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni: • izbrati primerno strukturo, • operacijskega sistema za dan realnočasni problem, • določiti ustrezno velikost pomnilnika, • izbrati primerno shemo za dinamično upravljanje s pomnilikom, • verificirati in validirati C kodo, • nadzorovati fragmentacijo v datotečnih sistemih, • izpeljati razvrstljivostno analizo za zahtevnejše realnočasne probleme.	Upon successful completion of this course, the students should be able to: • select an appropriate operating system structure for a given realtime problem. • determine the respective memory size • select a suitable heap management scheme for a given realtime application. • verify and validate realtime C code. • control the fragmentation in file systems. • perform complex schedulability analysis of a given real-time problem.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vodena diskusija, laboratorijsko skupinsko delo, samostojno seminarsko delo.	Lectures, discussion groups, laboratory project work (group and individual).

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
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: laboratorijske vaje ustni izpit		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 exercises oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. TUMA, Tadej, BÜRMEN, Arpad. Circuit simulation with SPICE OPUS : theory and practice, (Modeling and simulation in science, engineering and technology). Boston; Basel; Berlin: Birkhäuser, cop. 2009.
2. PUHAN, Janez, BÜRMEN, 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,
3. OLENŠEK, Jernej, BÜRMEN, 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.
4. BÜRMEN, 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.
5. 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

Predmet:	Optične komunikacije
Course title:	Optical communications

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64241

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Matjaž Vidmar

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Lastnosti in omejitve kovinskih vodnikov: parica, koaksialni kabel in kovinski valovod, pasovna širina in slabljenje koaksialnega kabla. Odboj in lom elektromagnetnega valovanja na meji dveh snovi - dielektrikov, izvedba planarnega valovoda, skupinska zakasnitev, disperzijska enačba in število rodov v planarnem dielektričnem valovodu. Mnogorodovna in enorodovna svetlobna vlakna, surovine in postopki za izdelavo svetlobnih vlaken, mnogorodovna, barvna in polarizacijska disperzija, nelinearni pojavi v svetlobnih vlaknih. Gradniki optičnega omrežja: delilniki, sklopniki, sita, uklonske mrežice, valovnodolžinske kretnice, svetlobni izolatorji in cirkulatorji. Lastnosti svetlobnih izvorov, vzdolžna in prečna koherenca, modulacija izvorov, vrste izvorov: žarnice, tlivke, svetleče diode, laserji v plinih in trdnih snoveh, izvedbe polprevodniških laserjev in njihove lastnosti. Svetlobni modulatorji, fazni elektro-optični modulator, amplitudni elektro-optični modulator, elektro-absorpcijski modulator. Svetlobni sprejemniki: toplotni, fotoupori in fotodiode, kvantni izkoristek, fotouporovni in fotovoltaični režim, zrnati in toplotni šum svetlobnega sprejemnika, izvedbe sprejemnikov, regeneracija takta v optični zvezi, drhtenje takta. Svetlobni ojačevalniki, vlakenski in polprevodniški laserski ojačevalniki, Brillouin-ov in Raman-ov pojav.	Properties and limitations of metal transmission lines: twisted pair, coaxial cable and metal wave-guide, bandwidth and attenuation of coaxial cable. Reflection and refraction of electromagnetic waves on the boundary of two different dielectrics, implementation of a planar wave-guide, group delay, dispersion equation, and number of modes in a planar dielectric wave-guide. Multi-mode and single-mode optical fibers, raw materials and methods of fabrication, multi-mode, chromatic and polarization-mode dispersion, non-linear effects in optical fibers. Optical-network components: splitters, combiners, filters, diffraction gratings, wavelength multiplexers, light-wave isolators and circulators. Optical-source properties, longitudinal and transversal coherence, source modulation, source types: filament bulbs, gas-discharge bulbs, light-emitting diodes, gas and solid-state lasers and their properties. Light-wave modulators, electro-optical phase modulator, electro-optical amplitude modulator, electro-absorption modulator. Lightwave receivers: thermal, photo-resistors and photo-diodes, quantum efficiency, photo-resistor and photo-voltaic regimes, quantum and thermal noise of an optical receiver, implementations of different receivers, clock recovery, clock jitter. Optical amplifiers, fiber and solid-state amplifiers, Brillouin and Raman effects.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J. Budin, Optične komunikacije, FE, Ljubljana, 1993.
2. B. Batagelj, M. Vidmar, Optične komunikacije, Laboratorijske vaje, FE, Ljubljana, 2003.
3. J. Budin, Sisitemi optičnih komunikacij, FE, Ljubljana, 1995.
4. http://antena.fe.uni-lj.si/literatura/

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Spoznavanje osnovnih zakonitosti vrvične zveze in razlogov za uporabo svetlobnih vlaken. Spoznavanje lastnosti svetlobnih vlaken, gradnikov optičnega omrežja, svetlobnih oddajnikov, svetlobnih modulatorjev, svetlobnih sprejemnikov in svetlobnih ojačevalnikov.	Learning the fundamentals of guided-wave (wired) communications. Reasons to use optical fibers. Learning optical fibers and other components of optical networks: optical transmitters, optical modulators, optical receivers and optical amplifiers.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - izračunati slabljenje in pasovno širino optične zveze - oceniti osnovne nelinearne pojave v svetlobnem vlaknu - izbrati najprimernejši svetlobni oddajnik in sprejemnik - uporabljati merilne inštrumente za optične zveze - pravilno očistiti in spajati optične konektorje - iskati napake v optični zvezi - preveriti pravilno delovanje optične zveze in izmeriti rezervo zveze	After successful completion of the course, students should be able to: - calculate the insertion loss and bandwidth of an optical link - estimate the basic nonlinear effects in an optical fiber - select the most appropriate optical transmitter and receivers - use test equipment for fiber-optic links - correct cleaning and mating of optical connectors - troubleshoot an optical link - check the correct operation of an optical link and measure its margin

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, in laboratorijske vaje, kjer nekaj problemov spozna tudi praktično in jih skuša v duhu timskega dela reševati.	Lectures to explain the theoretical background and laboratory experiments to practically confirm the theory in the spirit of team work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena pisnih tihih vaj in hkati pozitivna ocena laboratorijskih vaj so pogoj za pozitivno končno oceno. Kandidat lahko popravi negativno oceno pisnih tihih vaj, negativno oceno laboratorijskih vaj oziroma izboljša skupno pozitivno končno oceno na neobveznem ustnem izpitu. Prispevki k oceni: pisne tihe vaje laboratorijske vaje ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, optional oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive grades of both written midterm exams and laboratory exercises are a prerequisite for a final positive grade. A negative grade of the written midterm exam and/or a negative grade of laboratory exercises can be corrected with an optional oral examination as well as improving a final positive grade. Contributions to final grade: written midterm exams laboratory exercises oral examination
pisne tihe vaje	50,00 %	written midterm exams
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
ustni izpit, po potrebi		oral examination, if required

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BOGATAJ, Luka, VIDMAR, Matjaž, BATAGELJ, Boštjan. Opto-electronic oscillator with quality multiplier. IEEE transactions on microwave theory and techniques, ISSN 0018-9480. [Print ed.], Feb. 2016, vol. 64, no. 2, str. 663-668.

2. TRATNIK, Jurij, LEMUT, Primož, VIDMAR, Matjaž. Time-transfer and synchronization equipment for high-performance particle accelerators = Prenos takta in sinhronizacijska oprema za visoko-zmogljive pospeševalnike osnovnih delcev. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, jun. 2012, letn. 42, št. 2, str. 115-12
3. STEED, Robert J., PAVLOVIČ, Leon, NAGLIČ, Luka, VIDMAR, Matjaž, et al. Hybrid integrated optical phase-lock loops for photonic terahertz sources. IEEE journal of selected topics in quantum electronics, ISSN 1077-260X. [Print ed.], Jan./Feb. 2011, vol. 17, no. 1, str. 210-217.
4. TRATNIK, Jurij, VIDMAR, Matjaž. 2.8 GHz - 5.7 GHz very fast UWB CCO using discrete-packaged SiGe RF transistors = 2,8 GHz - 5,7 GHz zelo hiter ultra širokopasoven tokovno krmiljen oscilator z diskretnimi SiGe RF tranzistorji. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2011, letn. 41, št. 1, str. 70-72.
5. RASPOR, Adam, VIDMAR, Matjaž. Two double-ring cavity antennas in 19-22 dBi directivity range. Electronics letters, ISSN 0013-5194. [Print ed.], Dec. 2009, vol. 45, no. 25, str. 1288-1289.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Prenosni sistemi
Course title:	Mobile Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64222

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Sašo Tomažič

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovni model digitalnega prenosa Osnovni pojmi teorije informacij (verjetnost, informacija, naključna spremenljivka, izvor informacije, entropija, redundanca). Brez-izgubno izvorno kodiranje (izločanje redundance). Izgubno izvorno kodiranje (izločanje irelevance). Informacijski kanal. Binarni simetrični kanal. Gaussov kanal. Vzajemna entropija in kapaciteta informacijskega kanala. Kanalsko kodiranje. Kodirni postopki za odkrivanje in odpravljanje napak. Primeri kanalskega kodiranja (nekodiran prenos, blokovne kode, konvolucijske kode, mrežni diagram). Dekodiranje na osnovi največje verjetnosti. Viterbi algoritem. Prenos signalov v osnovnem pasu. Linearno popačenje in intersimbolna interferenca. Nyquistov kriterij za prenos brez intersimbolne interference. Izravnava karakteristike kanala in izločanje intersimbolne interference. Spekter signalov v osnovnem pasu in spektralna učinkovitost. Prenos signalov v višjih frekvenčnih legah. Digitalni modulacijski postopki (amplitudna frekvenčna in fazna modulacija). Primeri digitalnih modulacijskih postopkov (PAM, FSK, PSK, DPSK, CPM, MSK, GMSK, QAM). Prenos z razširjenim spektrom. Načini sodostopa do skupnega prenosnega medija.	The basic model of digital transmission. Basic concepts of information theory (probability, information, random variables, information sources, entropy, redundancy). Lossless source coding (elimination of redundancy). Loosely source coding (elimination of irrelevance). Information channel. Binary symmetric channel. Gaussian channel. Mutual entropy and information channel capacity. Channel coding. Error detecting and error correcting codes. Examples of channel coding (uncoded transmission, block codes, convolution codes, trellis diagram). Maximum likelihood decoding. Viterbi algorithm. Baseband transmission. Linear distortion and inter-symbol interference (ISI). The Nyquist criterion for ISI free transmission. Adaptive equalization and ISI cancellation. The spectrum of baseband signals and spectral efficiency. Transmission of signals in the higher frequency bands. Digital modulation (amplitude, phase, and frequency modulation). Examples of digital modulation (PAM, FSK, PSK, DPSK, CPM, MSK, GMSK, QAM). Spread spectrum. Multiple access to a common transmission medium.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Tomažič, S., Osnove telekomunikacij I, Založba FE in FRI, Ljubljana 2002
2. Tomažič, S., Digitalne komunikacije, Prenos digitalnih signalov, Založba FE, Ljubljana 2017.
3. Haykin, S., Communication systems, 4th edition, John Wiley & Sons, New York, 2001, 816 str. Glover, I., Grant, P., Digital communications, Prentice Hall, London 1998.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Predmet podaja temeljna znanja s področja prenosa informacijskih signalov, kar predstavlja osnovo vseh sodobnih komunikacijskih sistemov. Namen predmeta je seznaniti bodoče inženirje elektronike s teoretičnimi osnovami učinkovitega in zanesljivega prenosa digitalnega signala preko neidealnega komunikacijskega kanala. Predstavljena teorija nudi koristno osnovo za predmete na drugi stopnji študija elektronike. Poleg teoretskih osnov pa je pri predmetu podan tudi pregled obstoječih rešitev, ki daje študentu osnovno razumevanje delovanja obstoječih komunikacijskih sistemov, s katerimi se srečuje v vsakdanjem življenju.	The course provides basic knowledge in the field of the transmission of information signals, which is the basis of all modern communication systems. The purpose of the course is to acquaint the future engineers with the theoretical basics of efficient and reliable transmission of digital signals through the non-ideal communication channel. The theory provides a useful basis for the subjects in the second degree of the study. In addition to the theoretical foundations, an overview of existing solutions is given, which gives the students a basic understanding of the existing communication systems faced in their everyday life.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni: • analizirati prenosno pot, • ovrednotiti primernost modulacijskih postopkov za izbrano prenosno pot, • ovrednotiti primernost kanalskega kodiranja za pren • načrtovati preprost digitalni prenosni sistem.	After successful completion of the course, students should be able to: • analyze the transmission path, • evaluate the suitability of modulation methods for a given transmission path, • evaluate the suitability of channel coding for the given transmission path, • assess the impact of noise on communication quality, • design a simple digital transmission system.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, in laboratorijske vaje, kjer nekaj problemov spozna tudi praktično in jih skuša v duhu timskega dela reševati.	Lectures on which the student is acquainted with the theoretical basics and lab work, where he learns how to solve some practical problems in the spirit of teamwork.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, projekt, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in projekt ustni izpit		Type: laboratory exercises, project, oral exam. Negative grade is 5, positive grades are from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: laboratory exercises and project oral examination
laboratorijske vaje in projekt	25,00 %	laboratory exercises and project
ustni izpit	75,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. TOMAŽIČ, Sašo. Spectral efficiency. Encyclopedia of wireless and mobile communications. Boca Raton; New York: Taylor & Francis Group: Auerbach Publications, cop. 2008, vol. 2, str. 1095-1099.
2. TOMAŽIČ, Sašo. Comments on spectral efficiency of VMSK. IEEE transactions on broadcasting, 2002, vol. 48, no. 1, str. 61-6
3. TOMAŽIČ, Sašo. Risidual noise reduction in sign algorithm. IEEE signal processing letters, 2000, vol. 7, no. 8, str. 233-234.
4. TOMAŽIČ, Sašo, ŠTULAR, Mitja. Razširjeni spekter v mobilnih komunikacijah: (1) Sistemi z raširjenim spektrom. Elektrotehniški vestnik, 1998, let. 65, št. 5, str. 303-310.

5. BERTOK, Jurij, TOMAŽIČ, Sašo. Sekvenčno dekodiranje konvolucijskih kod. Elektrotehniški vestnik, 1991, let. 58, št. 5, str. 291-301.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Programska oprema komunikacijskih sistemov
Course title:	Software for communications systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64239S

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Urban Sedlar

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Operacijski sistemi. Procesi, niti, razvrščanje. Vhodni-izhodne naprave in gonilniki. Hramba podatkov, datoteke, datotečni sistemi. Medprocesna komunikacija in sinhronizacija. Pomnilnik in upravljanje s pomnilnikom. Podatkovne baze in transakcije. Porazdeljeni sistemi. Virtualizacija in računalništvo v oblaku. Metode razvoja programske opreme.	Operating systems. Processes, threads, scheduling. Input-output devices and drivers. Data storage, files, file systems. Inter-process communication and synchronization. Memory and memory management. Databases and transactions. Distributed systems. Virtualization and cloud computing. Software development approaches.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Modern Operating Systems, Andrew S. Tanenbaum, Prentice Hall; 3rd ed (2007)
2. Silberschatz A, Galvin P.B., Gagne G., Operating System Concepts, 7th ed, John Wiley &Sons, New York, 2004,
3. Bic L.F., Shaw A.C, Operating Systems Principles, Prentice Hall, New Jersey, 2003,
4. Benvenuti C., Understanding LINUX Network Internals, O'Reilly, 2005,
5. Članki, objavljenih v revijah, npr. / Articles published in magazines, i.e.: IEEE Communications Surveys & Tutorials, http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj predmeta je študentu podati pregled osnovnih načel in izhodišč za samostojno načrtovanje in razvoj programske opreme v komunikacijskih sistemih. Predmet vključuje področja sodobnih operacijskih sistemov, porazdeljenih sistemov, podatkovnih baz, virtualizacije in načrtovanja programske opreme.	The objective of the course is to provide an overview of the basic principles and concepts for independent design and development of software in communication systems. The course incudes the foundations of modern operating systems, distributed systems, databases, virtualization and software design.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študentje zmožni: - opisati osnovne koncepte delovanja operacijskega sistema - razložiti atomarnost in njene aplikacije v kontekstu programske opreme in podatkovnih baz - razviti večniten program s vzajemno izključujočim se dostopom do skupnega vira - uporabiti različne načine medprocesne komunikacije v praksi - oceniti primernost odločitev pri zasnovi porazdeljenega računalniškega sistema - razložiti različne tehnike strežniške virtualizacije	After successful completion of the course, students should be able to: - describe the basic principles and workings of an operating system - explain atomicity and its applications in the context of software and database systems - develop a multi-threaded program with mutually exclusive access to a shared resource - use multiple mechanisms for inter-process communication in practice - evaluate the decisions in the design of a distributed computing system - explain different server virtualization techniques

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. E-izobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.	Lectures for theoretical aspects, laboratory exercises and team work for real-case scenarios and problem solving through project work. E-learning. Study visits and invited lecturers.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Uspešna izvedba 80% laboratorijskih vaj je predpogoj za prijavo na pisni izpit. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Successful completion of at least 80% of the laboratory exercises is prerequisite for the written exam. Contributions to final grade: written exam oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. 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.
2. STERLE, Janez, RUGELJ, Miha, SEDLAR, Urban, KORŠIČ, Luka, KOS, Andrej, ZIDAR, Peter, VOLK, Mojca. A novel approach to building a heterogeneous emergency response communication system. International journal of distributed sensor networks, ISSN 1550-1477. [Online ed.], 2015, vol. 2015, str. 1-9, ilustr.
3. RUGELJ, Miha, SEDLAR, Urban, VOLK, Mojca, STERLE, Janez, HAJDINJAK, Melita, KOS, Andrej. Novel cross-layer QoE-aware radio resource allocation algorithms in multiuser OFDMA systems. IEEE transactions on communications, ISSN 0090-6778. [Print ed.], Sep. 2014, vol. 62, no. 9, str. 3196-3208, ilustr.
4. 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. Lect. notes comput. sci., str. 27-38, ilustr.
5. VOLK, Mojca, FALK-ANDERSSON, Niklas, SEDLAR, Urban. How to elicit, analyse and validate requirements for a digital health solution. V: FRICKER, Samuel A. (ur.), THÜMMLER, Christoph (ur.), GAVRAS, Anastasius (ur.). Requirements engineering for digital health. Cham [etc.]: Springer. cop. 2015, str. 155-188, ilustr.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Programska oprema komunikacijskih sistemov
Course title:	Software for communications systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64239E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Urban Sedlar

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 letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Operacijski sistemi. Procesi, niti, razvrščanje. Vhodni-izhodne naprave in gonilniki. Hramba podatkov, datoteke, datotečni sistemi. Medprocesna komunikacija in sinhronizacija. Pomnilnik in upravljanje s pomnilnikom. Podatkovne baze in transakcije. Porazdeljeni sistemi. Virtualizacija in računalništvo v oblaku. Metode razvoja programske opreme.	Operating systems. Processes, threads, scheduling. Input-output devices and drivers. Data storage, files, file systems. Inter-process communication and synchronization. Memory and memory management. Databases and transactions. Distributed systems. Virtualization and cloud computing. Software development approaches.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Modern Operating Systems, Andrew S. Tanenbaum, Prentice Hall; 3rd ed (2007)
2. Silberschatz A, Galvin P.B., Gagne G., Operating System Concepts, 7th ed, John Wiley &Sons, New York, 2004,
3. Bic L.F., Shaw A.C, Operating Systems Principles, Prentice Hall, New Jersey, 2003,
4. Benvenuti C., Understanding LINUX Network Internals, O'Reilly, 2005,
5. Članki, objavljenih v revijah, npr. / Articles published in magazines, i.e.: IEEE Communications Surveys & Tutorials, http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj predmeta je študentu podati pregled osnovnih načel in izhodišč za samostojno načrtovanje in razvoj programske opreme v komunikacijskih sistemih. Predmet vključuje področja sodobnih operacijskih sistemov, porazdeljenih sistemov, podatkovnih baz, virtualizacije in načrtovanja programske opreme.	The objective of the course is to provide an overview of the basic principles and concepts for independent design and development of software in communication systems. The course incudes the foundations of modern operating systems, distributed systems, databases, virtualization and software design.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študentje zmožni: - opisati osnovne koncepte delovanja operacijskega sistema - razložiti atomarnost in njene aplikacije v kontekstu programske opreme in podatkovnih baz - razviti večniten program s vzajemno izključujočim se dostopom do skupnega vira - uporabiti različne načine medprocesne komunikacije v praksi - oceniti primernost odločitev pri zasnovi porazdeljenega računalniškega sistema - razložiti različne tehnike strežniške virtualizacije	After successful completion of the course, students should be able to: - describe the basic principles and workings of an operating system - explain atomicity and its applications in the context of software and database systems - develop a multi-threaded program with mutually exclusive access to a shared resource - use multiple mechanisms for inter-process communication in practice - evaluate the decisions in the design of a distributed computing system - explain different server virtualization techniques

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. E-izobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.	Lectures for theoretical aspects, laboratory exercises and team work for real-case scenarios and problem solving through project work. E-learning. Study visits and invited lecturers.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Uspešna izvedba 80% laboratorijskih vaj je predpogoj za prijavo na pisni izpit. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Successful completion of at least 80% of the laboratory exercises is prerequisite for the written exam. Contributions to final grade: written exam oral examination
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. 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.
2. STERLE, Janez, RUGELJ, Miha, SEDLAR, Urban, KORŠIČ, Luka, KOS, Andrej, ZIDAR, Peter, VOLK, Mojca. A novel approach to building a heterogeneous emergency response communication system. International journal of distributed sensor networks, ISSN 1550-1477. [Online ed.], 2015, vol. 2015, str. 1-9, ilustr.
3. RUGELJ, Miha, SEDLAR, Urban, VOLK, Mojca, STERLE, Janez, HAJDINJAK, Melita, KOS, Andrej. Novel cross-layer QoE-aware radio resource allocation algorithms in multiuser OFDMA systems. IEEE transactions on communications, ISSN 0090-6778. [Print ed.], Sep. 2014, vol. 62, no. 9, str. 3196-3208, ilustr.
4. 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. Lect. notes comput. sci., str. 27-38, ilustr.
5. VOLK, Mojca, FALK-ANDERSSON, Niklas, SEDLAR, Urban. How to elicit, analyse and validate requirements for a digital health solution. V: FRICKER, Samuel A. (ur.), THÜMMLER, Christoph (ur.), GAVRAS, Anastasius (ur.). Requirements engineering for digital health. Cham [etc.]: Springer. cop. 2015, str. 155-188, ilustr.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Računalniški vid
Course title:	Computer Vision

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64206

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Janez Perš
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
1. **Uvod** • Cilji računalniškega vida, sorodna področja. • Smeri razvoja in področja uporabe. 2. **Nastanek slike** • Osnovne lastnosti digitalnih slik. • Centralno projekcijski model kamere. • Kalibracija kamere, direktna linearna transformacija, korekcija distorzije leč. • Širjenje svetlobe, osnove fotometrije, fotometrična enačba leče. • Kamere in leče. Tehnike osvetlitve. • Človeško oko, zaznavanje barv. Predstavitev barv, barvni prostori. 3. **Analiza slik** • Osnove filtriranja slik. Operacije s histogrami. • Detekcija robov, detekcija oglišč. • Houghova transformacija. • Analiza povezanih komponent. • Morfološko filtriranje. • Aktivni modeli krivulj (kače). • Opis oblike. • Prostor ločljivosti in slikovne piramide. • Geometrične transformacije slik, mere podobnosti. • Registracija slik, prileganje modela, RANSAC. 4. **Stereo vid** • Osnove stereo vida. • Stereo primerjanje.	**Introduction** • The aims of computer vision, the origins of computer vision, and related fields. • Computer vision trends and application domains. **Image formation** • Basic image properties. • Perspective projection camera model. • Camera calibration, direct linear transform, lens distortion correction. • Propagation of light, photometry, photometric lens equation. • Cameras and lenses, lighting techniques. • Human eye, color perception, reproducing color, color spaces. **Image analysis** • Image filtering basics, histogramming. • Edge detection, corner detection. • Hough transform. • Connected components analysis. • Morphological filtering. • Active contour models (snakes). • Shape description. • Scale space and image pyramids. • Geometric image transformations, similarity measures. • Image registration, model fitting, RANSAC. **Stereo vision** • Basic concepts of stereo vision.

• Modeliranje in kalibriranje stereo sistema, epipolarna geometrija. • Aktivni stereo, strukturirana osvetlitev. 5. **Analiza gibanja** • Detekcija gibanja. • Čas do dotika. • Optični tok, polje gibanja, polje hitrosti. • Vizualno sledenje, osnove Kalmanovega filtra.	• Stereo matching. • Modeling and calibration, epipolar geometry. • Active stereo, structured lighting. **Visual motion analysis** • Motion detection. • Time to collision. • Optic flow, motion field, velocity field. • Visual tracking, Kalman filtering basics.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. D. Forsyth, J. Ponce, Compuer vision, a modern approach, 2nd ed., Pearson 2012.
2. E. Trucco, A. Verri, Introductory techniques for 3-D computer vision, Prentice Hall, 1998.
3. Prosojnice iz predavanj (lecture slides), navodila za vaje (lab assignment instructions).

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Razumevanje osnovnih načel, tehnologij in teorije vidnega zaznavanja v inteligentnih sistemih avtomatike in robotike.	The aims of this course are to understand basic concepts, underlying theory, algorithms, and applications of computer vision, especially in intelligent systems for automation and robotics.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu bi naj bili študenti zmožni: • Pojasniti koncept nastanka slike na senzorju digitalne kamere • Pojasniti koncept delovanja pogosto uporabljenih algoritmov računalniškega vida. • Izvesti kalibracijo kamer z orodji, ki se uporabljajo na področju računalniškega vida • Izbrati ustrezne osnovne algoritme računalniškega vida za izbran problem • Implementirati zmerno zahtevne algoritme računalniškega vida. • Izdelati zmerno zahtevne rešitve problemov strojnega vida, ki delujejo v kontroliranih pogojih	After successful completion of the course, the students should be able to: • Explain the concept of image formation on a sensor of a digital camera • Explain the working of the widely used computer vision algorithms on a conceptual level • Perform camera calibration using the tools that are used for this purpose in the field of computer vision • Choose appropriate basic computer vision algorithms for the problem at hand • Implement moderately complex computer vision algorithms. • Develop moderately difficult solutions for machine vision problems, which are able to work in controlled environments

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s praktičnimi prikazi v jeziku Matlab ali C. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj. Te so zasnovane v obliki večih nalog, v katerih se študentje postopoma seznanjajo s posameznimi algoritmi računalniškega vida ter jih implementirajo ter preizkusijo. Skupino na vajah sestavljata dva ali trije študentje, rezultati pa so v obliki programske kode v jeziku Matlab. Po vsakem delu vaj študentje predstavijo svoje rezultate asistentu.	The lectures provide a theoretical background on particular subjects together with practical examples in Matlab or C. Practical work is being performed as the part of laboratory exercises, and is accomplished in the form of multiple assignments, acquainting students with computer vision algorithms. Students work in groups, consisting of two or three students, and the results are in the form of Matlab code. After completing each part, students present their results to the assistant.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu.		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory

Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit prisotnost na predavanjih		exercises written exam oral examination attendance at the lectures.
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	30,00 %	written exam
ustni izpit	20,00 %	oral examination
prisotnost na predavanjih	10,00 %	attendance at the lectures

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KRISTAN, Matej, SULIĆ KENK, Vildana, KOVAČIČ, Stanislav, PERŠ, Janez. Fast image-based obstacle detection from unmanned surface vehicles. *IEEE transactions on cybernetics*, ISSN 2168-2267, Mar. 2016, vol. 46, no. 3, pp. 641-654.
2. MANDELJC, Rok, KOVAČIČ, Stanislav, KRISTAN, Matej, PERŠ, Janez. Tracking by identification using computer vision and radio. *Sensors*, ISSN 1424-8220, Jan. 2013, vol. 13, no. 1, pp. 241-273.
3. KRISTAN, Matej, KOVAČIČ, Stanislav, LEONARDIS, Aleš, PERŠ, Janez. A two-stage dynamic model for visual tracking. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics. Part B, Cybernetics*, ISSN 1083-4419, Dec. 2010, vol. 40, no. 6, str. 1505-1520.
4. PERŠ, Janez, SULIĆ, Vildana, KRISTAN, Matej, PERŠE, Matej, POLANEC, Klemen, KOVAČIČ, Stanislav. Histograms of optical flow for efficient representation of body motion. *Pattern recognition letters*, ISSN 0167-8655, Aug. 2010, vol. 31, no. 11, str. 1369-1376.
5. PERŠE, Matej, KRISTAN, Matej, KOVAČIČ, Stanislav, VUČKOVIĆ, Goran, PERŠ, Janez. A trajectory-based analysis of coordinated team activity in a basketball game. *Computer vision and image understanding*, ISSN 1077-3142, May 2009, vol. 113, no. 5, str. 612-621.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Razdelilna in industrijska omrežja
Course title:	Power Distribution and Industrial Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64220

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Grega Bizjak
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni/Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnove razdelilnih in industrijskih omrežij: osnovne konfiguracije, napetostni nivoji, razdelilne in transformatorske postaje, podeželska in mestna omrežja, specifičnosti industrijskih omrežij, praksa v Evropi. Električna oprema v razdelilnih in industrijskih omrežjih: transformatorji, vezave transformatorjev in ozemljevanje, nadzemna in kabelska omrežja, industrijska omrežja, stikalni aparati in stikalne celice, kompenzacijske naprave, bremena in njihove karakteristike, izbor ustrezne opreme. Obratovanje razdelilnih in industrijskih omrežij: področni normativi, padci napetosti in regulacija napetosti, vrste in pogostost okvar, vzroki okvar, vpliv parametrov omrežja in načina ozemljevanja na razmere ob okvari, osnovni načini zaščite, zaščita pred udarom strele, specifičnosti industrijskih omrežij. Varnost za uporabnike: osnovni načini obratovanja in ozemljevanja razdelilnih in industrijskih omrežij s stališča varnosti, ozemljevanje virov, ozemljevanje bremen, izvedba ozemljitev, potencialne nevarnosti za uporabnike, napetost dotika in napetost koraka, zaščitni ukrepi. Distribuirana generacija: vključevanje distribuiranih in industrijskih virov v razdelilna in industrijska omrežja, vplivi distribuiranih virov na razmere v omrežju, otočno obratovanje z distribuiranimi in industrijskimi viri, zagotavljanje stabilnosti otočno obratujočega omrežja,	Basics of distribution and industrial networks: basic configurations, voltage levels, distributions and transformation stations, rural and metropolitan area networks, practice in Europe. Electrical equipment in distribution and industrial networks: transformers, transformer connections and earthing, overhead and cable networks, industrial networks, switching devices, switchgear, compensation devices, loads and their characteristics, selection of proper equipment. Operation of distribution and industrial networks: local standards, voltage drop, voltage regulation, faults in distribution and industrial networks, influence of network parameters and earthing on fault currents, protection devices, lightning protection, and specificities of industrial networks. Safety for users: basic operating and grounding modes of distribution and industrial networks from the safety viewpoint, earthing of transformers, generators and loads, safety risks for users, touch and step voltage, protection measures. Distributed generation: integration of distributed and industrial generation units into distribution and industrial networks, influence of distributed generation on network behaviour, island operation with distributed and industrial generation units, stability and reliability of networks in island operation, using load shading,

prilagajanje obremenitve z izklopom bremen, možni problemi povezani z distribuiranimi viri in otočnim obratovanjem.	problems connected with networks in island operation mode.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Turan Gönen: Electric Power Distribution System Engineering (Second Eddition), Boca Raton : CRC Press, 2008;
2. Sallam, O. P. Malik: Electric Distribution Systems, IEEE Press, 2011;
3. Tom A. Short, Electric Power Distribution Handbook, Boca Raton [etc.] : CRC Press, cop. 2004;
4. C. Bayliss, B. Hardy: Transmission and Distribution Electric Engineering, Oxford ; Burlington, MA : Newnes, 2007

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Pri predmetu študent spozna osnovne značilnostmi razdelilnih in industrijskih omrežij. Na predavanjih se bo seznanil z lastnostmi električne opreme, ki se uporablja v teh omrežjih in se naučil izbrati ustrezno opremo glede na parametre omrežja in bremen. Na vajah pa se bo naučil izvesti ustrezne izračune razmer v omrežju. Študent se bo zavedal tudi nevarnosti za uporabnike teh omrežij ter bo poznal ustrezne zaščitne ukrepe.	The student will learn about the basic characteristics of distribution and industrial networks. During the lectures he/she will be acquainted with the characteristics of electrical equipment used in these networks and will learn how to select the appropriate equipment according to the network parameters and loads. During exercises he/she will learn how to perform basic calculations of conditions in the network. Students will also be aware of the risks for the users of these networks and will be familiar with appropriate safety measures.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - našteti elemente razdelilnih in industrijskih omrežij in opisati njihove lastnosti; - pojasniti delovanje razdelilnih in industrijskih omrežij; - interpretirati različne dogodke v razdelilnih in industrijskih omrežjih; - izbrati ustrezno opremo za uporabo v razdelilnih in industrijskih omrežjih; - izračunati padce napetosti in kratkostične toke v razdelilnih in industrijskih omrežjih; - načrtovati preprosta razdelilna in industrijska omrežja.	After successful completion of the course, students should be able to: - list the elements of the distribution and industrial networks and describe their characteristics; - explain the operation of distribution and industrial networks; - interpret different contingencies in distribution and industrial networks; - select suitable equipment for use in distribution and industrial networks; - calculate voltage drops and short-circuit currents in distribution and industrial networks; - design simple distribution and industrial networks.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje.	Lectures, exercises

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminar, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj in pozitivna ocena seminarja sta pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: Pisni izpit Ustni izpit Seminar Laboratorijske vaje		Type: laboratory exercises, seminar paper, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises and of seminar paper are a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: Written exam Oral exam Seminar paper Report of laboratory exercises
Pisni izpit	25,00 %	Written exam
Ustni izpit	25,00 %	Oral exam
Seminar	25,00 %	Seminar paper
Laboratorijske vaje	25,00 %	Report of laboratory exercises

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. PRELOVŠEK, Mitja, BIZJAK, Grega, KOBAV, Matej Bernard. Public lighting energy consumption in Slovenian municipalities from 2007 to 201 Elektrotehniški vestnik, ISSN 2232-3228. [English print ed.], 2012, vol. 79, no. 3, str. 87-92.
2. KERIN, Uroš, LERCH, Edwin, BIZJAK, Grega. Monitoring and reporting of security of power system low-frequency oscillations. Electric power components and systems, ISSN 1532-5008. [Print ed.], Jun. 2010, vol. 38, no. 9, str. 1047-1060.
3. KERIN, Uroš, BIZJAK, Grega. Matrix pencil for early detection of low frequency oscillations. International review of electrical engineering, ISSN 1827-6660, Jul.-Aug. 2009, vol. 4, no. 4, str. 654-659.
4. BIZJAK, Grega. Load flow network analysis with problem-based learning approach. International journal of electrical engineering education, ISSN 0020-7209, Apr. 2008, vol. 45, no. 2, str. 144-151.
5. KERIN, Uroš, BIZJAK, Grega, ŽUNKO, Peter. Analiza industrijskih omrežij. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2006, letn. 73, št. 5, str. 297-302.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Razdelilna in industrijska omrežja
Course title:	Power Distribution and Industrial Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64220E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

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:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnove razdelilnih in industrijskih omrežij: osnovne konfiguracije, napetostni nivoji, razdelilne in transformatorske postaje, podeželska in mestna omrežja, specifičnosti industrijskih omrežij, praksa v Evropi. Električna oprema v razdelilnih in industrijskih omrežjih: transformatorji, vezave transformatorjev in ozemljevanje, nadzemna in kabelska omrežja, industrijska omrežja, stikalni aparati in stikalne celice, kompenzacijske naprave, bremena in njihove karakteristike, izbor ustrezne opreme. Obratovanje razdelilnih in industrijskih omrežij: področni normativi, padci napetosti in regulacija napetosti, vrste in pogostost okvar, vzroki okvar, vpliv parametrov omrežja in načina ozemljevanja na razmere ob okvari, osnovni načini zaščite, zaščita pred udarom strele, specifičnosti industrijskih omrežij. Varnost za uporabnike: osnovni načini obratovanja in ozemljevanja razdelilnih in industrijskih omrežij s stališča varnosti, ozemljevanje virov, ozemljevanje bremen, izvedba ozemljitev, potencialne nevarnosti za uporabnike, napetost dotika in napetost koraka, zaščitni ukrepi. Distribuirana generacija: vključevanje distribuiranih in industrijskih virov v razdelilna in industrijska omrežja, vplivi distribuiranih virov na razmere v omrežju, otočno obratovanje z distribuiranimi in industrijskimi viri, zagotavljanje stabilnosti otočno obratujočega omrežja,	Basics of distribution and industrial networks: basic configurations, voltage levels, distributions and transformation stations, rural and metropolitan area networks, practice in Europe. Electrical equipment in distribution and industrial networks: transformers, transformer connections and earthing, overhead and cable networks, industrial networks, switching devices, switchgear, compensation devices, loads and their characteristics, selection of proper equipment. Operation of distribution and industrial networks: local standards, voltage drop, voltage regulation, faults in distribution and industrial networks, influence of network parameters and earthing on fault currents, protection devices, lightning protection, and specificities of industrial networks. Safety for users: basic operating and grounding modes of distribution and industrial networks from the safety viewpoint, earthing of transformers, generators and loads, safety risks for users, touch and step voltage, protection measures. Distributed generation: integration of distributed and industrial generation units into distribution and industrial networks, influence of distributed generation on network behaviour, island operation with distributed and industrial generation units, stability and reliability of networks in island operation, using load shading,

prilagajanje obremenitve z izklopom bremen, možni problemi povezani z distribuiranimi viri in otočnim obratovanjem.	problems connected with networks in island operation mode.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Turan Gönen: Electric Power Distribution System Engineering (Second Eddition), Boca Raton : CRC Press, 2008;
2. Sallam, O. P. Malik: Electric Distribution Systems, IEEE Press, 2011;
3. Tom A. Short, Electric Power Distribution Handbook, Boca Raton [etc.] : CRC Press, cop. 2004;
4. C. Bayliss, B. Hardy: Transmission and Distribution Electric Engineering, Oxford ; Burlington, MA : Newnes, 2007

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Pri predmetu študent spozna osnovne značilnostmi razdelilnih in industrijskih omrežij. Na predavanjih se bo seznanil z lastnostmi električne opreme, ki se uporablja v teh omrežjih in se naučil izbrati ustrezno opremo glede na parametre omrežja in bremen. Na vajah pa se bo naučil izvesti ustrezne izračune razmer v omrežju. Študent se bo zavedal tudi nevarnosti za uporabnike teh omrežij ter bo poznal ustrezne zaščitne ukrepe.	The student will learn about the basic characteristics of distribution and industrial networks. During the lectures he/she will be acquainted with the characteristics of electrical equipment used in these networks and will learn how to select the appropriate equipment according to the network parameters and loads. During exercises he/she will learn how to perform basic calculations of conditions in the network. Students will also be aware of the risks for the users of these networks and will be familiar with appropriate safety measures.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - našteti elemente razdelilnih in industrijskih omrežij in opisati njihove lastnosti; - pojasniti delovanje razdelilnih in industrijskih omrežij; - interpretirati različne dogodke v razdelilnih in industrijskih omrežjih; - izbrati ustrezno opremo za uporabo v razdelilnih in industrijskih omrežjih; - izračunati padce napetosti in kratkostične toke v razdelilnih in industrijskih omrežjih; - načrtovati preprosta razdelilna in industrijska omrežja.	After successful completion of the course, students should be able to: - list the elements of the distribution and industrial networks and describe their characteristics; - explain the operation of distribution and industrial networks; - interpret different contingencies in distribution and industrial networks; - select suitable equipment for use in distribution and industrial networks; - calculate voltage drops and short-circuit currents in distribution and industrial networks; - design simple distribution and industrial networks.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje.	Lectures, exercises

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminar, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj in pozitivna ocena seminarja sta pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: Pisni izpit Ustni izpit Seminar Laboratorijske vaje		Type: laboratory exercises, seminar paper, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises and of seminar paper are a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: Written exam Oral exam Seminar paper Report of laboratory exercises
Pisni izpit	25,00 %	Written exam
Ustni izpit	25,00 %	Oral exam
Seminar	25,00 %	Seminar paper
Laboratorijske vaje	25,00 %	Report of laboratory exercises

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. PRELOVŠEK, Mitja, BIZJAK, Grega, KOBAV, Matej Bernard. Public lighting energy consumption in Slovenian municipalities from 2007 to 201 Elektrotehniški vestnik, ISSN 2232-3228. [English print ed.], 2012, vol. 79, no. 3, str. 87-92.
2. KERIN, Uroš, LERCH, Edwin, BIZJAK, Grega. Monitoring and reporting of security of power system low-frequency oscillations. Electric power components and systems, ISSN 1532-5008. [Print ed.], Jun. 2010, vol. 38, no. 9, str. 1047-1060.
3. KERIN, Uroš, BIZJAK, Grega. Matrix pencil for early detection of low frequency oscillations. International review of electrical engineering, ISSN 1827-6660, Jul.-Aug. 2009, vol. 4, no. 4, str. 654-659.
4. BIZJAK, Grega. Load flow network analysis with problem-based learning approach. International journal of electrical engineering education, ISSN 0020-7209, Apr. 2008, vol. 45, no. 2, str. 144-151.
5. KERIN, Uroš, BIZJAK, Grega, ŽUNKO, Peter. Analiza industrijskih omrežij. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2006, letn. 73, št. 5, str. 297-302.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Razpoznavanje vzorcev
Course title:	Pattern Recognition

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64203

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Simon Dobrišek
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
• Vpis v letnik predmeta. • Osnovno znanje uporabne matematike (vektorji in matrike, lastni vektorji in lastne vrednosti, linearna algebra, več-variabilna analiza, verjetnostna teorija in statistika).	• Enrolment in the year of the course. • Basic knowledge of applied mathematics (vectors and matrices, eigenvectors and eigenvalues, some linear algebra, multivariate analysis, probability theory, and statistics).

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
• Uvod v razpoznavanje vzorcev: osnovni pojmi in izrazoslovje, začetni zapis vzorcev, računska zapletenost algoritmov razpoznavanja, razvrstitev postopkov razpoznavanja vzorcev. • Razčlenjevanje vzorcev: postopki razčlenjevanja govornega signala in slik. • Hevristične značilke vzorcev: značilke izsekov govornega signala, značilke področij slike. • Analiza področja uporabe v vzorčnem prostoru s postopki iskanja rojev: definicija rojev in rojenja vzorcev, mere podobnosti vzorcev, predobdelava množice vzorcev, hierarhični postopek iskanja rojev. • Najboljše značilke vzorcev: mere ločljivosti razredov vzorcev, izbira in izpeljava značilk, določanje značilk z ortogonalnimi transformacijami. • Razvrščanje vzorcev s prileganjem: pravilo razvrščanja "k-najbližjih sosedov". • Razvrščanje vzorcev z odločanjem: odločitvene funkcije, načrti razvrščevalnikov vzorcev, polinomske odločitvene funkcije, postopki učenja, stroji podpornih vektorjev, verjetnostne odločitvene funkcije, učenje verjetnostnih odločitvenih funkcij.	• Introduction to pattern recognition: basic concepts and terminology, pattern representation, computational complexity of pattern-recognition algorithms, the main types of pattern-recognition methods. • Pattern segmentation: speech-signal segmentation techniques and image segmentation techniques • Heuristic features of patterns: features of speech segments, features of image segments. • Application domain analysis using clustering techniques: definition of clusters and clustering, pattern-similarity measures, pre-processing of sets of patterns, hierarchical clustering algorithm. • Optimal feature generation: class-separation measure, feature selection and feature extraction, feature generation using orthogonal transformations. • Pattern classification by pattern matching: pattern template matching, k-nearest-neighbour rule. • Decision-based pattern classification: decision functions, designs of pattern classifiers, polynomial decision functions, training algorithms, support vector machines, probabilistic decision functions, learning probabilistic decision functions.

• Razvrščanje vzorcev z nevronskimi omrežji: topologija nevronskih omrežjih, vzvratno učenje, globoka nevronska omrežja, povratna nevronska omrežja. • Preizkušanje razpoznavalnika vzorcev: postopki ocenjevanja verjetnosti napačnega razpoznavanja z in brez preizkusne množice vzorcev.	• Pattern classification by neural networks: neural network topologies, back-propagation training, deep neural networks, recurrent neural networks. • Testing pattern-recognition systems: methods for estimating the probability of the classification error with and without a test set.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- N. Pavešić: Razpoznavanje vzorcev (3. izdaja), Založba FE in FRI, 2012.
- S. Theodoridis, K. Koutroumbas: Pattern Recognition (4. izdaja), Academic Press, 2009.
- C. M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2007

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentu podati znanje o osnovnih matematičnih in računalniških konceptih, ki se uporabljajo pri izgradnji umetnih zaznavnih sistemov in so nepogrešljiv del inteligentnih sistemov v avtomatiki. Pridobljeno znanje je podlaga za razumevanje in načrtovanje sistemov za samodejno razpoznavanje vzorcev ter umetnih inteligentnih sistemov, ki temeljijo na samodejnem učenju in pridobivanju znanja iz različnih senzorskih podatkov o okolju.	The objective of the course is to provide the student with the knowledge of the basic mathematical and computer concepts that are used in the construction of artificial perception systems and are essential components of intelligent systems in automation. The acquired knowledge forms the basis for understanding and designing automatic pattern recognition systems as well as the artificial intelligent systems that are based on automatic learning and knowledge acquisition from different environmental sensor data.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • opisati osnovne koncepte in gradnike sistemov za samodejno razpoznavanje vzorcev, ki z analizo senzorskih podatkov in drugih osnovnih meritev s simboli opisujejo svoje okolje, • razložiti osnovne metode luščenja značilk iz senzorskih podatkov ter rojenja, razvrščanja in razpoznavanja vzorcev, • uporabiti razvojna orodja, programska okolja in podatkovne zbirke za razvoj sistemov za samodejno razpoznavanje vzorcev, • analizirati senzorske podatke in druge osnovne meritve z namenom luščenja značilk, ki so najbolj primerne za dano področje uporabe, • razviti sisteme za samodejno razpoznavanje vzorcev za izbrano področje uporabe ter • ovrednotiti točnost delovanja danih sistemov za samodejno razpoznavanje vzorcev.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe the basic concepts and components of the automatic pattern recognition systems that describe their environments through the analysis of sensor data and their conversion into symbolic representations, • explain the basic methods of feature extraction from the sensor data as well as the basic methods of pattern clustering, pattern classification and pattern recognition, • use development tools, program environments, and databases to develop systems for automatic pattern recognition, • analyse sensor data and other basic measurements in order to extract features that are most appropriate for the given application area, • develop automatic pattern recognition systems for the selected application area, and • to evaluate the accuracy and reliability of the given automatic pattern recognition systems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so podane teoretične osnove vseh obravnavanih modelov in metod. Predstavljeni so tudi preprosti računski primeri, ki ponazarjajo ključne značilnosti predstavljenih metod. Študentom je na razpolago učbenik in drugo gradivo v obliki skripte z rešenimi nalogami in drsnice s predavanj. V okviru predavanja študenti dobijo neobvezne domače naloge,	The lectures provide a theoretical background of all the considered models and methods together with simple computational examples that illustrate the key characteristics of all the presented methods. A textbook and other study material, such as lecture notes with solved example problems and lecture slides, are available to the students. As part of the lectures, the

ki vključujejo nekaj teoretičnih vprašanj in tudi nekaj računskih nalog, ki študentom omogočajo sprotno preverjanje pridobljenega znanja. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj, kjer študenti rešujejo predvsem zadane programerske naloge. V okviru laboratorijskih vaj študenti izvedejo še izbirne projekte, v okviru katerih udejanjijo izbrano metodo samodejnega razpoznavanja vzorcev na izbranem področju uporabe. O rezultatih izbirnega projekta poročajo v pisnem poročilu.	students receive optional homework assignments including theoretical questions as well as computational exercises that enable the students to promptly verify the acquired knowledge. Practical work is carried out as part of the laboratory exercises, where the students solve given programming problems. As part of the laboratory exercises, the students also carry out additional elective projects within which the selected method of automatic pattern recognition in the selected field of application should be implemented. The results of the elective projects are reported in written reports.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: domače naloge, laboratorijske vaje, projekt, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: • domače naloge, • laboratorijske vaje in projekt, • pisni izpit, • ustni izpit.		Type: homework, laboratory exercises, project, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades are grades from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: • coursework, • laboratory exercises and project, • written exam, • oral examination.
• domače naloge	10,00 %	• coursework
• laboratorijske vaje in projekt	30,00 %	• laboratory exercises and project
• pisni izpit	30,00 %	• written exam
• ustni izpit	30,00 %	• oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. DOBRIŠEK, Simon, ŠTRUC, Vitomir, KRIŽAJ, Janez, MIHELIČ, France. Face recognition in the wild with the probabilistic Gabor-Fisher classifier. V: 11th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG 2015), Ljubljana, Slovenia, May 4-8, 2015. FG 2015. Danvers: IEEE, cop. 2015, b-Wild, str. 1-6.
2. GAJŠEK, Rok, MIHELIČ, France, DOBRIŠEK, Simon. Speaker state recognition using an HMM-based feature extraction method. Computer speech & language, ISSN 0885-2308, Jan. 2013, vol. 27, no. 1, str. 135-150.
3. DOBRIŠEK, Simon, GAJŠEK, Rok, MIHELIČ, France, PAVEŠIĆ, Nikola, ŠTRUC, Vitomir. Towards efficient multi-modal emotion recognition. International journal of advanced robotic systems, ISSN 1729-8814, 2013, vol. 10, no. 53, str. 1-10.
4. KRIŽAJ, Janez, ŠTRUC, Vitomir, DOBRIŠEK, Simon. Towards robust 3D face verification using Gaussian mixture models. International journal of advanced robotic systems, ISSN 1729-8814, 2012, vol. 9, no. 162, str. 1-11.
5. DOBRIŠEK, Simon, MIHELIČ, France. Time- and acoustic-mediated alignment algorithms for speech recognition evaluation. V: 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association, August 27-31, 2011, Florence, Italy. COSI, Piero (ur.). Speech science and technology for real life : conference proceedings, (Interspeech, ISSN 1990-9772). [Grenoble]: International Speech Communication Association, cop. 2011, str. 1517-1520.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Robotski in merilni vgrajeni sistemi
Course title:	Robotic and Measurement Embedded Systems

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64234

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Roman Kamnik

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – strokovni/Compulsory professional

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
• Uvod v razvoj sistemov v realnem času in kompleksnih vgrajenih sistemov • obravnava prekinitev • načrtovanje programske opreme vgrajenih sistemov • sinhronizacija programske in strojne opreme • delovanje v realnem času • arhitektura kompleksnega vgrajenega sistema • hiter razvoj časovno kritičnih vgrajenih sistemov • razvoj visoko determinističnih procesov na osnovi FPGA Teoretična snov je podprta s praktičnimi primeri na strojni opremi zasnovani na ARM, xPC, Compact-RIO arhitekturi.	• Introduction into real time and complex embedded systems • dealing with interrupts • embedded systems' software design • software and hardware synchronization • realtime operation • complex embedded system architecture • rapid development of time critical embedded systems • development of highly deterministic processes based on FPGA Theoretical part is supported by practical examples using hardware based on ARM, and xPC, Compact-RIO architectures.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Tammy Noergaard, Embeded Systems Arhitecture - A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers, Elsevier, 2005, ISBN 0-7506-7792-9.
2. Jonathan W. Valvano, Embeded Microcomputer Systems – Real Time Interfacing, Brooks/Cole, 2000, ISBN 0-534-36642-
3. A. Burns, A. Welling, Real-Time Systems and Programing Languages, Addison-Wesley, 1997, ISBN-13: 978-0201403657.
4. National Instruments, NI LabVIEW for CompactRIO Developer's Guide, http://www.ni.com, 2016

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Predmet je namenjen analizi, uporabi in razvoju kompleksnih vgrajenih sistemov na področjih robotike in merilnih sistemov. Slušatelja seznanja s procesi, organizacijo in arhitekturo vgrajenih sistemov ter njihovo medsebojno interakcijo. Glavni poudarek je na različnih aspektih arhitekture programov, njihovem načrtovanju pri vgrajenih sistemih, komunikaciji s periferijo in specifičnega vmesnika za uporabnika.	The course is focused at analysis, design and application of complex embedded systems in the field of robotics and measurement systems. Auditor is acquainted with the processes, organization and architecture of embedded systems and with their interaction. Focus is given to different aspects of software architecture and design for embedded systems, to communication of the hardware periphery and specific user interfaces.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - razložiti principe delovanja vgrajenega sistema na nivoju dogajanja v procesorju in pomnilniku, - razviti preprost mikrokrmilniški program v zbirniku, - zasnovati konfiguracijo strojne in programske opreme vgrajenega sistema, - razviti večopravilno aplikacijo na nivoju višjenivojskega programskega jezika v realnem času z različnimi vhodi in izhodi, - razviti programsko aplikacijo v grafičnem okolju za zajem in obdelavo meritev v realnem času, - pojasniti principe delovanja sistemov v realnem času, razvrščanja in zagotavljanja zanesljivosti v splošnem tehničnem okolju.	After successful completion of the course, students should be able to: - explain principles of operation of an embedded system at the level of processor and memory, - develop a simple microcontroller assembler program, - conceive the configuration of embedded system software and hardware, - develop multitasking application at the level of high level programming language in real time with different inputs and outputs, - develop program application in graphical environment for measurement acquisition and processing in real time, - explain principles of operation of real-time systems, scheduling, and assurance of reliability in general technical environment.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, navodila za laboratorijske vaje, individualno laboratorijsko delo. Praktične vaje v obliki, ki omogoča nadaljnje poglobljeno individualno delo. Za specifična področja so vabljeni predavatelji specialisti na konkretnem področju.	Lectures, preparations for lab practices, individual lab work. Practices in a way, which enables further in-depth individual work. For specific fields, lectures are given by invited lecturers, which are specialist in their field of work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	45,00 %	written exam
ustni izpit	5,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. 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, Dec. 2014, vol. 21, no. 4, str. 82-93.
2. ŠLAJPAH, Sebastjan, KAMNIK, Roman, MUNIH, Marko. Kinematics based sensory fusion for wearable motion assessment in human walking. Computer methods and programs in biomedicine, Sep. 2014, vol. 116, no. 2, str. 131-144.
3. GORŠIČ, Maja, KAMNIK, Roman, AMBROŽIČ, Luka, VITIELLO, Nicola, LEFEBER, Dirk, PASQUINI, Guido, MUNIH, Marko. Online phase detection using wearable sensors for walking with a robotic prosthesis. Sensors, Feb. 2014, vol. 14, no. 2, str. 2776-2794.

4. BEGUŠ, Samo, BEGEŠ, Gaber, DRNOVŠEK, Janko, HUDOKLIN, Domen. A novel NIR laser-based sensor for measuring the surface moisture in polymers. Sensors and actuators. A, Physical, Jan. 2015, vol. 221, str. 53-59.
5. KENTVED, Anders Bonde, HEINONEN, Martti, HUDOKLIN, Domen. Practical study of psychrometer calibrations. International journal of thermophysics, vol. 33, no. 8/9, Sep. 2012 str. 1408-1421.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Robotski mehanizmi
Course title:	Robotic Mechanisms

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64295

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Marko Munih
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Redundantni mehanizmi (primarna in sekundarna naloga, kinematična redundanca, hiperredundanca); Paralelni mehanizmi (značilnosti paralelnih mehanizmov, vezljivost nog in stopnje prostosti ploščadi, kinematične enačbe); Robotski dotik (osnovni dotiki, modeli dotikov); Robotski prijem (prijem z dvema prstoma, prijem z več prsti, matrika prijema); Tetivni mehanizmi (kinematika, statika in vodenje tetivnih sistemov); Robotski trk; Humanoidni robotski mehanizmi.	Redundant mechanisms (primary and secondary task, kinematic redundancy, hiperredundancy); Parallel mechanisms (characteristics of parallel mechanisms, connectivity of legs and degrees of freedom, kinematic equations); Robot contact (basic contacts, contact models); Robot grasp (robot grasp with two fingers, robot grasp with multiple fingers, grasp matrix); Tendon systems (kinematics, statics and tendon system control); Humanoid robot mechanisms;

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J. Lenarčič, T. Bajd, M. Stanišić: Robot mechanisms, Springer, 2013.
2. R. M. Murray, Z. Li, S. S. Sastry: A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation, CRC 3. Press, Boca Raton, 1994.
4. L.W. Tsai: Robot Analysis: The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators, John Wiley&Sons, Inc., New York, 1999.
5. M.W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control, John Wiley&Sons, Inc., New York, 2005.
6. M.T. Mason: Mechanics of Robotic Manipulation, The MIT Press, Cambridge, 2001.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študent spozna najsodobnejše robotske mehanizme, kot so paralelni roboti in večprstna robotska prijemala. Predstavljeni so tudi mehanizmi humanoidnih robotov. Pri praktičnem delu študentje delajo v laboratoriju z redundantnimi sistemi (mobilni robot in manipulator)	The student becomes familiar with newest robot mechanisms, the parallel robots and mutifinger grippers. Presented are also mechanisms of humanoid robots. Within the practical part of the course students work in lab with redundant systems (mobile robot and

ter robotskimi prijemali in merilnimi rokavicami. Gradijo bipedalne hodeče robote in programirajo humanoidne robote.	manipulator), robot grippers and measurement gloves. They build bipedal walking robots and program humanoid robots.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - opisati specifičnosti redundatnih mehanizmov, - povezati rešitve primarne in sekundarne naloge, - obravnavati kinematiko in lastnosti paralelnih mehanizmov, - ponazoriti lastnosti dotikov in primerjati modele dotikov, - obravnavati robotske prijeme z različnim številom prstov, - pripraviti kinematični model za tetivni sistem.	After successful completion of the course, students should be able to: - describe specifics of redundant mechanisms, - connect solutions of primary and secundary taks, - treat kinematics and properties of parallel mechanisms, - depicting properties of touch and compare models of touch, - treat robot grasps that use various numbers of fingers, - prepare kinematic model for tendon system.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Študenti imajo na voljo učbenik, ki obsega predavano snov. Del snovi predava vabljeni predavatelj z raziskovalnega inštituta. Občasno so vabljeni tudi tuji predavatelji. Praktično delo poteka v obliki projektnih nalog v laboratorijih fakultete in inštituta. Študenti delajo v manjših skupinah.	Students have available textbook with the course topics. Part of the course is given by invited lecturer from the research institute. Occasionally are invited also lecturers from abroad. Practical work is commencing in form of projects in the labs of Faculty and the Institutes. Students cooperate in a smaller groups.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Laboratorijske vaje in pisni/ustni izpit: Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pisno poročilo ob koncu praktičnih laboratorijskih vaj. Zahtevana je obvezna prisotnost pri praktičnih vajah. Študent pripravi poročila za posamezne opravljene projekte. Pisni izpit obsega naloge in vprašanja iz obravnavane snovi. Prispevki k oceni: vaje izpit		Lab practice and written/oral exam: Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Written report at the end of project period is required. Presence is obligatory during practical exercises. Student prepares report for each project. The written exam contains cases and questions in the fields of course. Contributions to final grade: exercises exam
vaje	50,00 %	exercises
izpit	50,00 %	exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BAJD, Tadej, MIHELJ, Matjaž, MUNIH, Marko. Introduction to robotics, Springer, 2013.
2. 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. 4, str. 474-4855.
3. 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, 2014, vol. 21, no. 4, str. 82-9
4. GAMS, Andrej, IJSPEERT, Auke Jan, SCHAAL, Stefan, LENARČIČ, Jadran. On-line learning and modulation of periodic movements with nonlinear dynamical systems. Autonomous robots, 2009, vol. 27, no. 1, str. 3-23.
5. LENARČIČ, Jadran, BAJD, Tadej, STANIŠIĆ, Michael M.. Robot mechanisms, (International series on Intelligent systems, control and automation, Springer, 2013.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Robotski vid
Course title:	Robot Vision

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64235

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Žiga Špiclin
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni- strokovni/compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Vizualno zaznavanje: svetloba, človeški vid, kamere, svetila, parametri kakovosti slik, vzorčenje in kvantizacija, prikazovanje, slikovni formati in standardi. **Obdelava in obnova digitalnih slik:** glajenje in ostrenje, statistično in morfološko filtriranje, prevzorčenje in podvzorčenje, geometrijske preslikave in poravnave. **Robustno iskanje 2D objektov:** zaznavanje oslonilnih točk, premic, krogov, slikovnih predlog, prileganje 3D modelov na 2D slike, osnove zaznavanja objektov z nenadzorovanim in nadzorovanim strojnim učenjem. Rešitve problema delnega prekrivanja objektov v slikah. **Kalibracije slikovnih sistemov:** popačenja realnih optičnih sistemov, natančnost in točnost, prostorska homogenost, časovna stabilnost, samodejna kalibracija. **Rekonstrukcija 3D oblik:** pregled tehnik za zaznavanje globine iz 2D slik, zasnova sistemov in postopkov s stereo vidom, strukturirano svetlobo in fotometričnim stereom. **Vizualna navigacija:** zasnova postopkov za sledenje objektov in analizo gibanja, določanje poze objektov ter lokalizacija in mapiranje okolja iz 2D slik.. **Primeri uporabe robotskega vida:** vizualna kontrola kakovosti in razvrščanje izdelkov, razpoznavanje objektov in ovir, modeliranje pojavnosti in oblik objektov in načrtovanje trajektorije gibanja.	**Visual perception**: light, human vision, cameras, illumination, image quality parameters, sampling and quantization, visualization, image formats and standards. **Digital image processing and restoration**: smoothing and sharpening, statistical and morphological filtering, image resampling, geometrical transformations and registrations. **Robust recognition of 2D objects**: keypoints, lines, circles, and template detectors, 3D model alignment to 2D images, basics of unsupervised and supervised object detection. Solution in case of partial object occlusion in the image. **Calibration of imaging systems**: distortions of real optical systems, accuracy and precision, spatial homogeneity, temporal stability, self-calibration. **3D object reconstruction**: review of techniques for depth perception from 2D images, concepts of systems and methods for stereo vision, structured light and photometric stereo. **Visual navigation**: concepts of methods for image-based object tracking and motion analysis, pose estimation, and object localization and environment mapping from 2D images. **Applications of robot vision**: visual quality control, product sorting, object and obstacle detection, modelling of object shape and appearance, motion trajectory planning.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Wilhelm Burger in Mark J. Burge. Principles of Digital Image Processing: Fundamental Techniques, Springer, 2009.
2. Wilhelm Burger in Mark J. Burge. Principles of Digital Image Processing: Core Algorithms, Springer; 1st Edition. 2nd Printing, 2011.
3. Reinhard Klette. Concise Computer Vision: An Introduction to Theory and Algorithms, Springer, 2014.
4. Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer; 2011 edition, 2010.
5. Predstavitev in informacije na spletni strani http://lit.fe.uni-lj.si/RV, navodila za vaje in ostala gradiva v spletni učilnici FE: https://e.fe.uni-lj.si

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Spoznati tehnologije, naprave in postopke za vizualno zaznavanje z modernimi slikovnimi tehnikami, obdelavo digitalnih slik, robotsko merjenje in kalibracijo, razpoznavanje objektov, navigacijo in vizualno kontrolo kakovosti. Študentje bodo s teoretičnimi osnovami in reševanjem praktičnih primerov pridobili samozavest za samostojno zasnovo, izgradnjo in kritično vrednotenje industrijskih sistemov robotskega vida in reševanje povezanih problemov.	The objective of this course is: to introduce the principal building blocks of a robot vision system and the associated fundamental problems; to introduce the main concepts and techniques used to solve those problems; to enable students to create robot vision systems and implement problem solutions; to enable students to understand the basic methodology discussed in the robot vision literature.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • navesti tehnologije in gradnike sistemov z robotskim vidom in razumeti ter kritično vrednotiti ter primerjati njihove ključne lastnosti, • razviti in uporabiti postopke za osnovno obdelavo in analizo slik, • zaznati z uporabo avtomatskih postopkov prisotnost in pozo objektov v slikah, • izvesti kalibracijo sistema in meritve objektov v slikah, • izračunati globino in obliko objekta ali objektov iz 2D slik, • slediti gibanju objekta na sliki in analizirati trajektorijo ter uporabiti podatke za lokalizacijo in mapiranje okolja, • zasnovati sistem robotskega vida in uporabiti primerne strojne in programske gradnike.	After successful completion of the course, students should be able to: • list the technologies and main building blocks of robot vision systems, and understand and be able to critically assess and compare their key features, • develop and use method for basic image processing and analysis, • detect objects and their pose in the image using automated methods, • perform system calibration and conduct object measurements, • compute depth and shape of an object from 2D images, • track object motion in the image, analyse its trajectory and use this data for selflocalization and environment mapping, and • design a robot vision system by defining, assembling and using all vital hardware and software components.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Idejno in teoretične zasnovo postopkov in primere uporabe študentje spoznajo na predavanjih, praktična znanja pa z reševanjem nalog na laboratorijskih vajah. Samozavest za samostojno reševanje problemov pridobijo z rednim tedenskim opravljanjem laboratorijskih vaj in seminarske naloge.	Theoretical foundations, concepts and exemplar use cases are given during lectures, while practical skills are gained through lab works, weekly labwork assignements and an individual seminar work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, seminarske naloge, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k pisnemu		Type: labwork, seminar work, written and oral exam. Negative grade 5, positive grades from 6 to 10. Positive evaluation of labwork is a prerequisite for the written exam. Written

izpitu. Pisni izpit se lahko opravi z izdelavo individualne seminarske naloge. Pozitivna ocena pisnega izpita oz. seminarske naloge je pogoj za pristop k ustnemu izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit/seminarska naloga ustni izpit		exam can be performed as individual seminar work. Positive evaluation of the written exam or the seminar is a prerequisite for the oral exam. Contributions to the final grade: labwork written exam/seminar oral exam
laboratorijske vaje	35,00 %	labwork
pisni izpit/seminarska naloga	35,00 %	written exam/seminar
ustni izpit	30,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ŠPICLIN, Žiga, LIKAR, Boštjan, PERNUŠ, Franjo. Groupwise registration of multi-modal images by an efficient joint entropy minimization scheme. IEEE Tr on Image Processing, 2012, vol. 21, no. 5, str. 2546-2558.
2. GALIMZIANOVA, Alfiia, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. Robust estimation of unbalanced mixture models on samples with outliers. IEEE Tr Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2015, vol. 37, no. 11, str. 2273-2285.
3. JERMAN, Tim, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. Blob enhancement and visualization for improved intracranial aneurysm detection. IEEE Tr on Visualization and Computer Graphics, 2016, vol. 22, no. 6, str. 1705-1717.
4. JERMAN, Tim, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. Enhancement of vascular structures in 3D and 2D angiographic images. IEEE Tr on Medical Imaging, 2016, vol. 35, no. 9, str. 2107-2118.
5. MADAN, Hennadii, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. A framework for automatic creation of gold-standard rigid 3D-2D registration datasets. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2017, vol. 12, no. 2, str. 263-275.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Seminar iz biomedicinske tehnike
Course title:	Seminar: Biomedical Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64282

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
15		60			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Damijan Miklavčič, Žiga Špiclin
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Identifikacija realnega problema s področja biomedicinske tehnike, izbor problema in reševanje. Zbiranje informacij in pregled dosedanjih rešitev izbranega ali podobnega problema. Predlog možnih rešitev in ocena različnih rešitev. Izvedba rešitve problema. Izdelava poročila.	Brief introduction to different topics and problems in Biomedical Engineering; selecting a research problem from the list of problems. Guided and supervised progression through various steps of the research project: problem study, literature overview, study of existing solutions, and proposal of novel solutions. The students will report in a written and oral form after each step.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Wolfgang Birkfellner. Applied Medical Image Processing, Second Edition: A Basic Course. CRC Press; 2 edition, 2014.
2. Klaus D. Tonnies. Guide to Medical Image Analysis: Methods and Algorithms. Springer, 201
3. Thomas M. Deserno. Biomedical Image Processing. Springer, 2011.
4. Joseph D. Bronzino. The Biomedical Engineering Handbook. CRC Press, 2000.
5. 5. John Enderle, Joseph Bronzino. Introduction to Biomedical Engineering. Academic Press, 2012.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Priprava na samostojno razvojno delo pri diplomski nalogi.	To prepare the students for independent research that will be required for completing the MS Thesis.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • razumeti potek in osnovne faze raziskovalnega dela, • preučiti in razumeti raziskovalni problem,	After successful completion of the course, students should be able to: • understand the process and different phases of research work

• poiskati, pregledati in analizirati relevantno znanstveno literaturo, • izbrati in kritično vrednotiti znane rešitve, • predlagati izvirno rešitev problema in • predstaviti problem in rešitev ustno in v obliki pisnega poročila.	• study and understand a research problem, • search, review and analyze relevant literature , • select and evaluate stateof-the-art solutions, • proposal a novel solutions, and • master oral and written reporting of the problems and solutions.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanje, mentorsko delo, samostojno delo.	Teaching, individual supervision, independent work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Vmesna poročila in predstavitve Končno pisno poročilo in predstavitev		Intermediate reports and presentations Final written report and presentation
Vmesna poročila in predstavitve	30,00 %	Intermediate reports and presentations
Končno pisno poročilo in predstavitev	70,00 %	Final written report and presentation

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. GALIMZIANOVA, Alfiia, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. Stratified mixture modeling for segmentation of white-matter lesions in brain MR images. NeuroImage, 2016, vol. 124, pt. A, str. 1031-1043.
2. MITROVIĆ, Uroš, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. Simultaneous 3D-2D image registration and C-arm calibration : application to endovascular image-guided interventions. Medical physics, 2015, vol. 42, no. 11, str. 6433-6448.
3. JERMAN, Tim, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, ŠPICLIN, Žiga. Blob enhancement and visualization for improved intracranial aneurysm detection. IEEE Tr Visualization and Computer Graphics, 2016, vol. 22, no. 6, str. 1705-1717.
4. MIKLAVČIČ, Damijan, MALI, Barbara, KOS, Bor, HELLER, Richard, SERŠA, Gregor. Electrochemotherapy: from the drawing board into medical practice. *BioMedical engineering online*, 2014, vol. 13, no. 29.
5. HABERL MEGLIČ, Saša, MIKLAVČIČ, Damijan, SERŠA, Gregor, FREY, Wolfgang, RUBINSKY, Boris. Cell membrane electroporation. Part 2, The applications. *IEEE electrical insulation magazine*, 2013, vol. 29, no. 1, str. 29-37.
6. MIKLAVČIČ, Damijan (urednik). *Handbook of electroporation : reference work 2017*. Cham: Springer International Publishing, cop. 2017. ISBN 978-3-319-32886-7. ISBN 978-3-319-32887-4

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Seminar iz elektroenergetike
Course title:	Seminar in Electric Power Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64286

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
15		60			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Marko Čepin

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Identifikacija problemov na področju elektroenergetike. Zbiranje podatkov o problemih in možnih rešitvah v strokovni literaturi v knjižničnih zbirkah, v bazah podatkov na internetu, ter pri ustreznih poslovnih subjektih. Izbira metod za reševanje problemov. Določitev potrebnih korakov za rešitev problemov. Preverjanje možnih rešitev problemov z uporabo pridobljenih znanj in računalniških in drugih orodij. Izdelava in ustna predstavitev pisnega poročila o opravljenem delu.	Identification of problems in the area of electric power systems. The collection of data about problems and possible solutions in the literature: library collections, databases on Internet, and at the relevant business entities. The selection of methods to solve problems. Determination of the necessary steps to solve the problems. Verifying the possible solutions with the use of acquired knowledge, computer codes and other tools. Preparation and oral presentation of a written report on the work done.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Adrian Wallwork, English for Writing Research Papers, Springer, 2011
2. ČEPIN, Marko. Assessment of power system reliability. London: Springer, 2011.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj seminarja je študenta vključiti v raziskovalno in razvojno delo ter ga naučiti povezati in ustrezno uporabiti pridobljena strokovna znanja s področja elektroenergetike na realnih primerih. Študent si bo z izdelavo in predstavitvijo seminarja nabral izkušnje, ki mu bodo koristile pri samostojni izdelavi diplomske naloge.	The objective of the seminar is to enable students to participate in research and development, and to teach them how to connect the acquired skills in the field of electric power industry with solving of the real problems. The student will get the experience for writing the thesis.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Študent se bo na konkretnem primeru iz prakse s področja elektroenergetike naučil: - identificirati problem, - poiskati razpoložljive metode in orodja za reševanje problema in jih kritično ovrednotiti, - rešiti problem in rezultate preveriti z uporabo inženirskega znanja, - dokumentirati rezultate v pisnem poročilu, - ustno predstaviti rezultate in zagovarjati rešitve z odgovori na vprašanja.	The student will be able to: - identify the problem from practice in the field of power engineering, - find the available methods and tools for solving the problem and evaluate them, - solve the problem and verify the results using the engineering knowledge, - document the results in the written report, - present the results and defend the solutions by answering the questions.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, seminarsko delo oz. laboratorijske vaje oz. mentorsko vodeno projektno delo.	Lectures, seminar work or laboratory work or project oriented work.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Ocena napisanega seminarja in njegov zagovor.	100,00 %	Assessment of written seminar and its presentation.

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ČEPIN, Marko. Assessment of power system reliability. London: Springer, 201
2. ČEPIN, Marko. Advantages and difficulties with the application of methods of probabilistic safety assessment to the power systems reliability. Nucl. Eng. Des., 2012, vol. 246, str. 134-140
3. BRICMAN REJC, Živa, ČEPIN, Marko. Izboljšana metoda za oceno zanesljivosti proizvodnje v elektroenergetskem sistemu. Elektrotehniški vestnik., 2013, letn. 80, št. 1/2, str. 57-6
4. BRICMAN REJC, Živa, ČEPIN, Marko. Estimating the additional operating reserve in power systems with installed renewable energy sources. *International journal of electrical power & energy systems*, Nov. 2014, vol. 62, str. 654-66
5. GJORGIEV, Blaže, KANČEV, Duško, ČEPIN, Marko, VOLKANOVSKI, Andrija. Multi-objective unit commitment with introduction of a methodology for probabilistic assessment of generating capacities availability. *Engineering applications of artificial intelligence*, jan. 2015, vol. 37, str. 236-249.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Seminar iz elektronike
Course title:	Seminar: Electronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64290

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
15		60			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Marko Jankovec
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Specifikacije izdelka. Časovni in finančni plan. Uporaba računalniškega planiranja in izdelava plana. Vodenje projektov. Optimizacija časa od ideje do trga. Zbiranje virov: strokovna literatura, internet, informacije firm. Upoštevanje varnostnih in EMC standardov. Blok shema elektronskega in programskega dela. Izbira elektronskih in mehanskih komponent vezja. Izdelava električnega načrta s standardnim načrtovalskim programom. Lista povezav, dokumentiranje načrta. Načrtovanje testiranja: testne točke, testna procedura, testiranje tiskanega vezja (povezave). Testirne naprave in programsko testiranje. Vrste in odpravljanje napak. Izdelava načrta tiskanega vezja s standardnim načrtovalskim programom. Izhodne datoteke in pregledovanje vezja. Povezava načrtovalca z izdelovalcem tiskanih vezij. Tehnologije za izdelavo prototipnih tiskanih vezij. Dokumentiranje projekta. Finančna rekapitulacija. Predstavitev projekta: izdelava predstavitvenega okolja, tehnična oprema predstavitve. Nastop pred občinstvom. Elementi govornega nastopa. Uporaba AV pripomočkov	Product Specifications. Time and financial plan. Using a computerized planning and production plan. Project management. Optimization of the time from idea to market. Using of resources: books, internet, companies' datasheets. Compliance with safety and EMC standards. Block diagram of electronic and programming work. Choice of electronic and mechanical components of a circuit. Construction of the electrical design with standard design software. List of connections documenting the plan. Design testing: test point, test procedure, testing of printed circuit boards (connections). Testing equipment and software testing. Types and Troubleshooting. Manufacture of printed circuit board design with standard design software. Output file and review boards. Connection of designer with manufacturers of printed circuit boards. Technology to manufacture prototype printed circuit boards. Documentation of the project. The financial recap. Presentation of the project: creating a presentation environment, using technical equipment for presentations. Performance in front of an audience.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Jankovec M., Seminar iz elektronike, slikovno gradivo in zapiski predavanj, Ljubljana, 2016.

2. Tehnična dokumentacija programov za načrtovanje električnih in tiskanih vezij. / Technical documentation of PCB design software. 3. Spletne strani izdelovalcev elektronskih in elektromehanskih komponent. / Web pages of manufacturers of electronic parts and ICs. 4. Spletne strani distributerjev elektronskih in elektromehanskih komponent. / Web pages of the distributors of electronic parts and ICs.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Seminar združuje znanja strokovnih predmetov celotnega študija in omogoča študentu praktičen preizkus znanja v obliki lastnega načrtovanja in realizacije elektronske naprave po danih specifikacijah.	The course combines knowledge of all technical subjects of the study so far and enables students to use their theoretical knowledge in a practical application, where they design and realize an electronic device according to given specifications.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Ob uspešno zaključenih študijskih obveznosti pri tem predmetu naj bi študentje bili sposobni • načrtati in izdelati elektronsko napravo po specifikacijah ob uporabi razpoložljive literature in združevanja znanj, pridobljenih v času študija, • sistematično analizirati problem in zasnovati ustrezno rešitev, • iskati literaturo, brati podatkovne liste elementov in načrtati shemo vezja in tiskano vezje, • uporabiti razna računalniška orodja za načrtovanje elektronike in mehanike, • izbrati ali načrtati ustrezno ohišje in uporabiti tehnologijo 3D-tiska, • izbirati ustrezne komponente, kontaktirati proizvajalce komponent, nabaviti komponente in izdelati tiskana vezja, • odkrivati napake in jih odpravljati v procesu testiranja. Pri tem se bodo uporabljali ustrezne inštrumente in orodja, • izdelati ustrezno tehnično dokumentacijo in izdelek predstaviti pred kritičnim občinstvom.	On successful completion of this module, students should be able to • design and construct electronic apparatus according to given specifications using the available literature and combining the skills acquired during their studies, • systematically analyze the given problem and find appropriate solutions, • search for literature, read datasheets of components, design a circuit diagram and printed circuit board, • master different software tools for electronic and mechanical design, • choose or design a suitable enclosure and use 3D printing technology, • select appropriate components, contact the component manufacturers, purchase the components and make printed circuit boards, • detect errors in eliminate them the process of testing. In doing so, they will use appropriate instruments and tools, • develop appropriate technical documentation and present the project in front of a critical audience.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje, projektno delo.	Lectures, laboratory exercises, project work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: projektna naloga Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Praktični projekt se izvede v obliki samostojno projektne naloge, ki jo kandidat izdela in predstavi pred publiko. Pogoj za prestavitev projekta je oddano poročilo. Prispevki k oceni: - projektno poročilo - predstavitev projekta		Type: practical project Negative grades is 5, positive grades: from 6 to 10. Practical project is done in the form of an individual project work, which the candidate completes and presents in front of an audience. A prerequisite for a presentation is submitted project report. Contributions to assess: - project report - project presentation
projektno poročilo	50,00 %	project report
predstavitev projekta	50,00 %	project presentation

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MATIČ, Gašper, JANKOVEC, Marko, JURMAN, David, TOPIČ, Marko. Feasibility study of attitude determination for all-rotating unmanned aerial vehicles in steady flight. Journal of intelligent & robotic systems, ISSN 0921-0296, 2015, vol. , no. , str. 1-20.
2. JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. Intercomparison of temperature sensors for outdoor monitoring of photovoltaic modules. Journal of solar energy engineering, ISSN 0199-6231, Aug. 2013, vol. 135, no. 3, str. 1-7.
3. HERMAN, Matic, JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. Optimisation of the I-V measurement scan time through dynamic modelling of solar cells. IET renewable power generation, ISSN 1752-1416. [Print ed.], 2013, vol. 7, no. 1, str. 63-70.
4. ANDREJAŠIČ, Tine, JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. Comparison of direct maximum power point tracking algorithms using EN 50530 dynamic test procedure. IET renewable power generation, ISSN 1752-1416. [Print ed.], 2011, vol. 5, no. 4, str. 281-286.
5. KURNIK, Jurij, JANKOVEC, Marko, BRECL, Kristijan, TOPIČ, Marko. Outdoor testing of PV module temperature and performance under different mounting and operational conditions. Solar energy materials and solar cells, ISSN 0927-0248. [Print ed.], Jan. 2011, vol. 95, no. 1, str. 373-376.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Seminar iz mehatronike
Course title:	Seminar: Mechatronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64294

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
15		60			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Danijel Vončina
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Projektiranje naprav v mehatroniki, zbiranje virov v knjižničnih zbirkah, v specializiranih bazah podatkov na medmrežju, zbiranje podatkov pri proizvajalcih komponent, določitev nalog projektnega tima in terminski načrt izvedbe nalog, izdelava idejnih rešitev z uporabo simulacijskih orodij, načrtovanje in izdelava vezij oz. naprav z uporabo standardnih razvojnih orodij, izdelava funkcionalnih prototipov naprav, ocena materialnih in izvedbenih stroškov projekta, analiza in optimizacija izdelavnih postopkov v procesu industrializacije naprav. Uporaba orodij za predstavitev rezultatov. Pisna in ustna predstavitev rezultatov projektne naloge.	Design of electrical devices in the field of mechatronics. Collecting of references in library and specialized data bases in internet. Use of datasheets and application notes. Determination of tasks in the project group and time schedule. Use of simulation tools. Design of prototypes using standard development tools. Assessment of development costs. Optimisation of selected technology. Writing a report and oral presentation of the project results.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Članki v domačih in mednarodnih revijah s področja industrijske elektronike, močnostne elektronike in mehatronike (npr. IEEE - Mechatronics, IEEE - Industrial Electronics, IEEE - Power Electronics.)
2. Učbeniki in ostala strokovna literatura
3. Papers in national and international scientific and professional publications in the field of industrial electronics, power electronics and mechatronics

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj seminarja je povezovanje in uporaba pridobljenih strokovnih znanj s področja mehatronike pri zasnovi, projektiranju in izvedbi električnih in elektronskih sklopov oz. naprav.	The main goal of a seminar is synthesis and use of the obtained knowledge in the field of mechatronics to design prototypes of electrical circuits and devices.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni: • narediti pregled razpoložljive literature, ki se nanaša na temo raziskovalne naloge, • oblikovati izvedljivo rešitev za podano nalogo, • izdelati simulacijski model ali eksperimentalni model mehatronskega sistema ali posamezne enote, • organizirati raziskovalno delo in sledenje predlaganemu poteku dela, • pripraviti ustno predstavitev in pisno poročilo o opravljenem delu, • predlagati možne izboljšave za nadaljnje delo.	After successful completion of the course, students should be able to: • make a review of recent publications regarding the research topic, • create a feasible solution for a given task, • design a simulation model or experimental prototype of the mechatronic unit or a system, • organize research work and follow the proposed schedule of activities, • prepare oral presentation and final written report of research achievements, • propose possible improvements for the future work.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, laboratorijske vaje	Lectures, laboratory work

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Laboratorijske vaje, izpit. Ocenjevalna lestvica: Ocena 5 je negativna, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje izpit		Type: laboratory exercises, exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises exam
laboratorijske vaje	30,00 %	laboratory exercises
izpit	70,00 %	exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MODRIJAN, Gorazd, PETKOVŠEK, Marko, ZAJEC, Peter, VONČINA, Danijel. Precision B-H analyser with low THD secondary induced voltage. IEEE transactions on industrial electronics, ISSN 0278-0046. [Print ed.], Jan. 2008, vol. 55, issue 1, str. 364-370.
2. PETKOVŠEK, Marko, KOSMATIN, Peter, ZEVNIK, Ciril, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Measurement system for testing of bipolar plates for PEM electrolyzers = Merilni sistem za testiranje bipolarnih plošč PEM elektrolizne celice. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2012, letn. 42, št. 1, str. 60-67.
3. FLISAR, Uroš, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Voltage sag independent operation of induction motor based on Z-source inverter. Compel, ISSN 0332-1649, 2012, vol. 31, no. 6, str. 1931-1944.
4. KOSMATIN, Peter, MILJAVEC, Damijan, VONČINA, Danijel. A novel control strategy for the switched reluctance generator. Przeglęad Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 2012, rok 88, no. 7a, str. 49-53.
5. PETKOVŠEK, Marko, LEBAN, Aleš, NEMEC, Mitja, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Series active power filter for high-voltage synchronous generators = Serijski aktivni močnostni filter za visokonapetostne sinhronske generatorje. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, Dec. 2013, vol. 43, no. 4, str. 228-234.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Seminar iz načrtovanja in razvoja programske opreme v telekomunikacijah
Course title:	Seminar on the design and development of software in telecommunications

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64300

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
15		60			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Jaka Sodnik

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predavanja nudijo študentu pregled osnovnih pojmov in konceptov objektnega programiranja. Podani so temeljni principi in pravila načrtovanja in zasnove programske opreme v telekomunikacijah, pravila učinkovitega pisanja razumljive programske kode z ustrezno dokumentacijo, modularnega načina pisanja programske kode s sprotnim testiranjem posameznih modulov, mehanizmi sledenja verzijam programske kode, timski način dela, učinkovito testiranje in preverjanje robustnosti programske kode in iskanje ter odpravljanje napak. V nadaljevanju študent s pomočjo mentorja izbere razvojni projekt znotraj področja, ki ga najbolj zanima: programska oprema za osebni računalnik, prenosno napravo, namensko multimedijsko napravo, mobilni telefon, razvoj napredne internetne aplikacije, itd. Študentski projekt je lahko del realnega industrijskega projekta za določeno podjetje in ustanovo. Prav tako je možno sodelovanje večjega števila študentov na skupnem projektu, pri čemer so točno določeni cilji in naloge posameznega študenta. Pri projektni nalogi študent po potrebi sam poglobi specifična znanja posameznega programskega okolja ali jezika. Rezultate naloge študent predstavi in demonstrira mentorju in drugim študentom na izbrani smeri.	Lectures provide students with an overview of basic concepts in the field of object-oriented programming. Students learn about the basic principles and rules in software design and development in the field of telecommunications. This includes writing an effective and legible programming code, providing necessary documentation, modular application design through regular testing of individual modules, using version tracking mechanisms, methods of team work, effective testing and verification of software and debugging. Each student supervised by a tutor selects a project within the field he or she finds interesting, e.g., desktop applications, mobile applications, multimedia applications, web applications etc. Projects may also be part of an actual industrial project for a specific company and institution. Collaboration of several students on a joint project is possible, provided that precise objectives and tasks are defined for each collaborating student. If necessary, each student is expected to individually extend his or her knowledge, for example by learning a programming language or environment specific to their projects. Students present and demonstrate the results of their work to the tutors and other students.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Steve McConnell, Code Complete: A Practical Handbook of Software Construction, 2004. 2. Priročniki za posamezne programske jezike (odvisno od izbranega projekta) 3. Specifikacija določene telekomunikacijske opreme in protokolov (odvisno od izbranega projekta)

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je pridobitev praktičnih izkušenj in znanj s področja načrtovanja in razvoja programske opreme za različne telekomunikacijske sisteme. Poudarek je na samostojnem projektnem delu, ki vsebuje identifikacijo problema, načrtovanje rešitve, implementacijo, sledenje verzijam, pripravo dokumentacije, testiranje in razhroščevanje.	The aim of the course is to gain practical experience and knowledge in the field of software design and development for various telecommunication systems. The emphasis is put on individual project work, which includes the identification of the problem, designing and implementing the solution, version tracking, preparing the documentation, and product testing and debugging.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • zasnovati cilje in ciljne funkcionalnosti programske rešitve, • pripraviti arhitekturni načrt, • pripraviti podatkovni model, • pripraviti implementacijski načrt, • implementirati rešitev v izbranem okolju, • pisati učinkovito in pregledno programsko kodo, • predstaviti rešitev različnim tipom uporabnikov.	After successful completion of the course, students should be able to: • design goals and functionalities of the software solution, • describe architectural design, • describe implementation steps, • implement the solution in the specific programing environment, • write clear and effective programming code, • present the solution to different types of users.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje s praktičnimi demonstracijami, mentorsko vodeno projektno delo	Lectures, lab work with practical demonstrations, work on individual projects under the mentorship

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje in projekt. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje in projekt	100,00 %	Type: laboratory exercises and project. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Contributions to final grade: laboratory exercises and project

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. JAKUS, Grega, SODNIK, Jaka, TOMAŽIČ, Sašo. The architectural design of a system for interpreting multilingual web documents in E-speranto. Journal for universal computer science, ISSN 0948-6968, 2011, vol. 17, no. 3, str. 377-398.
2. TOMAŽIČ, Sašo, PAVLOVIĆ, Vesna, MILOVANOVIC, Jasna, SODNIK, Jaka, KOS, Anton, STANČIN, Sara, MILUTINOVIĆ, Veljko. Fast file existence checking in archiving systems. ACM transactions on storage, ISSN 1553-3077. [Print ed.], Jun. 2011, vol. 7, no. 1, str. 1-21.
3. SODNIK, Jaka, KOS, Andrej. Mobile web. Elektrotehniški vestnik, ISSN 2232-3228. [English print ed.], 2012, vol. 79, no. 5, str. 225-230.
4. SODNIK, Jaka, JEKOVEC, Matija, JAKUS, Grega, TOMAŽIČ, Sašo. The future of web. E-society journal, ISSN 2217-3269, Jul. 2011, vol. 2, no. 1, str. 27-38.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Seminar iz naprednih tehnologij
Course title:	Advanced technologies seminar

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64320

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		30			90	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Roman Kamnik
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni/elective

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik. . Opravljanje študijskih obveznosti je opredeljeno v Študijskih pravilih FE.	Enrolment in the year of the course. As specified by internal acts of the University of Ljubljana and Faculty of Electrical Engineering.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predmet je namenjen uveljavljenim gostujočim predavateljem iz tujine ali iz prakse. Ti bodo študentom v okviru predmeta predstavili nove odmevne ideje, metodološke preboje ali uporabne rešitve s področja elektrotehnike, ki kot take še niso vključene v vsebine obstoječih predmetov. Podrobna vsebina se določi vsako leto posebej glede na predloge in strokovno usmeritev izbranega predavatelja.	The course is intented for established visiting researchers and lecturers and for experts in electrical engineering which will introduce students to topics that are interesting due to recent theoretical findings and mehodological breakthroughs or for their applicative value, and are as such not included into the existing curriculum. The specific contents of the course is determined yearly.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Dodatna literatura se predpiše vsako leto posebej glede na vsebino in predloge izbranega predavatelja.
Additional literature is given yearly, with respect to the current topic of the course.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj predmeta je spoznati teoretične osnove in praktične implementacije novih metod in tehnologij na področju elektrotehnike.	The goal of the course is to introduce basic theoretical ideas as well as practical implementations of new methods and technologies in the field of electrical engineering.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Znanje in razumevanje: Študenti spoznavajo nova področja in prijeme, ki v obstoječem predmetniku še niso zajeta.	**Knowledge and understanding:** A broader overview and understanding of the field of study, and of up to date methods and concepts.

Uporaba: Uporaba najnovejših pristopov in tehnik z izbranega področja elektrotehnike. **Refleksija:** Razumevanje primernosti izbranih pristopov s področja elektrotehnike za reševanje praktičnih primerov v poslovnih okoljih. **Prenosljive spretnosti - niso vezane le na en predmet:** Reševanje kompleksnih problemov, razvoj kompleksnih sistemov.	**Application:** Applying current approaches and techniques from the specific field of electrical engineering. **Reflection:** Understanding the advantages of the chosen approaches in computer and information science in solving specific practical tasks. **Transferable skills:** Solving complex problems, designing complex systems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje	Lectures, lab excersises

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, seminar - naloge, projekt): Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo) Končno preverjanje (pisni in ustni izpit) Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL)		Type (examination, oral, seminar - coursework, project): Continuing (homework, midterm exams, project work) Final: (written and oral exam) Grading: 6-10 pass, 5 fail.
pisni izpit ali seminar (naloge, projekt)	50,00 %	written exam or seminar (coursework, project)
ustni izpit	50,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

Nosilec predmeta je prodekan za pedagoško dejavnost, aktualni prodekan je prof. dr. Roman Kamnik.
Izvajalec je vsako leto gostujoči profesor z drugih univerz.
The lecturer is a visiting professor from other universities

1. ŠLAJPAH, Sebastjan, KAMNIK, Roman, MUNIH, Marko. Compensation for magnetic disturbances in motion estimation to provide feedback to wearable robotic systems. IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering, Dec. 2017, vol. 25, no. 12, str. 2398-2406.
2. BALDINI, Gianmarco, DIMC, Franc, KAMNIK, Roman, STERI, Gary, GIULIANI, Raimondo, GENTILE, Claudio. Identification of mobile phones using the built-in magnetometers stimulated by motion patterns. Sensors, ISSN 1424-8220, 2017, vol. 17, no. 4, str. 1-19.
3. 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, Dec. 2014, vol. 21, no. 4, str. 82-9
4. ŠLAJPAH, Sebastjan, KAMNIK, Roman, MUNIH, Marko. Kinematics based sensory fusion for wearable motion assessment in human walking. Computer methods and programs in biomedicine, Sep. 2014, vol. 116, no. 2, str. 131-14
5. GORŠIČ, Maja, KAMNIK, Roman, AMBROŽIČ, Luka, VITIELLO, Nicola, LEFEBER, Dirk, PASQUINI, Guido, MUNIH, Marko. Online phase detection using wearable sensors for walking with a robotic prosthesis. Sensors, Feb. 2014, vol. 14, no. 2, str. 2776-2794.
6. AMBROŽ, Miha, PREBIL, Ivan, KAMNIK, Roman, MUNIH, Marko. System for interactive scientific driving simulation with haptic information. Advances in engineering software, Mar. 2012, vol. 45, iss. 1, str. 239-251.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Seminar iz robotike in merjenj
Course title:	Seminar: Robotics and Measurements

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64297

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
15		60			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Janko Drnovšek, Marko Munih
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Študent uporabi znanja pridobljena pri predmetih s področja robotike ter pri predmetih s področja merjenj pri reševanju praktične projektne naloge. Za študente z drugih fakultet se seminar prilagodi. Vsak študent opravlja projektno nalogo samostojno. Naloge so izbrane v skladu z interesi slovenskih podjetij, ki bodisi uvajajo robotske celice ali pa so uporabniki robotov. Merilna problematika je vezana na tekoče raziskovalne projekte, sodelovanje pri industrijskih projektih, tudi tehniško zakonodajo, varnost in kakovost. Študent izvaja projektno nalogo v laboratorijih fakultete, raziskovalnega inštituta ali samega podjetja. Dodeljen mu je delovni mentor in vključen je v tim strokovnjakov iz raziskovalnega in industrijskega okolja.	Student uses knowledge gained in robotic and in measurement courses. For students from other Faculties the seminar is adequately adapted. Each student is working on the project on its own. The problems are selected according to the interest fields of Slovenian industry, who either introduce the robotic cells or are major robot users. The measurement cases are linked to the current research projects, cooperation in industrial projects, also technical legislation, safety and quality. Student can work on project in faculty labs, research institute or the company itself. Assigned is a working supervisor, included is in the expert team from research and industrial environment.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Članki iz robotskih in merilnih revij:

1. IEEE Transactions on Robotics, International Journal of Robotic Research in drugi.
2. Zborniki konferenc: ICRA, IROS in drugi.
3. Učbeniki, študijsko gradivo in relevantna strokovna literatura s področja merjenj, robotike, tehniški standardi, EU in slovenska zakonodaja.

Articles from robotic and measurement journals:

1. IEEE Transactions on Robotics, International Journal of Robotic Research and others
2. Conference proceedings: ICRA, IROS and others.

Textbooks, study material and relevant expert literature in the fields of measurement, robotics, technical standards, EU and Slovenian legislation.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilj seminarja je vključiti študenta v razvojno in raziskovalno delo na področju uvajanja robotov v industrijsko prakso ter v področja merjenj v najširšem smislu. Spodbuja se reševanje problemov, ki niso nujno vezani na področje elektrotehnike, vendar zahtevajo elektrotehniška znanja. Poudarek bo dan tudi sodelovanju z drugimi področji dela na FE. Študent pridobi sposobnost uporabe robotskih znanj v praksi, veščine identifikacije merilne problematike v okviru kompleksnejših procesov, poišče ustrezne rešitve, ter analizira končne izvedbe. Obvlada raziskovalne metode in postopke. Pridobi avtonomnost v strokovnem delu. Privadi se delu v skupini. Razvije komunikacijske sposobnosti.	The goal is to include student into development and research work in the fields of robot introduction into industry and into fields of measurement in general. Encouraged is problem solving, which is not necessarily linked to the field of electrical engineering, but does require knowledge in electrical engineering. Emphasis will be given to cooperation with other fields of activities at FE. Student is gaining the ability to use robotic knowledge in practice, routine in identification of measurement problems within more complex processes, is searching for suitable solutions and analyzing the final solution. Mastered are research methods and procedures. Gained is autonomy in expert work. Accustomed is to group work. Developed are communication skills.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - zabeležiti izhodiščno stanje problema, - identificirati možne načine reševanja problema, - oblikovati in podati možne rešitve, - izbrati optimalno rešitev, - izpeljati zamisel z minimalnimi stroški v kratkem času, - pokazati, zagovarjati in kritično vrednotiti svoje delo.	After successful completion of the course, students should be able to: - note the initial situation of the problem, - identify possible ways of problem solving, - form and explain possible solutions, - choose the optimal solution, - implement the idea with minimal costs in a short time, - to show, defend and critically evaluate their work.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Študentu je na začetku semestra dodeljena samostojna projektna naloga. Prav tako mu je dodeljen delovni mentor iz vrst učiteljev, asistentov, raziskovalcev in razvojnikov na fakulteti, raziskovalnem inštitutu ali podjetju. Na začetku se detajlno seznani s problematiko, naredi časovni plan, določi mejnike, planira nepredvidljive dogodke ter predlaga kazalce ovrednotenja končnih rezultatov. Med semestrom študent dvakrat poroča o opravljenem delu, prvič ustno in drugič pisno. Na koncu semestra predstavi rezultate svojega dela na način, ki je uveljavljen na strokovnih konferencah (članek v zborniku, javna predstavitev, izbira najboljših projektov).	Individual project is assigned to the student at the beginning of semester. The supervisor is selected from the pool of university professors, assistants, researchers and developers at the faculty, research institute or company. Introductory, the problem is presented in detail. Then the time plan is defined, milestones are specified, planned are possible unpredicted events, and proposed are measures of final result evaluation. During the semester the student is reporting twice about the work done, first orally and second in writing. At the end of semester the results are presented in accordance to the practice established for the conferences (publication in proceeding, public presentation, and selection of the best projects).

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Pisno poročilo/ustna predstavitev: od 6 do 10 pozitivno, 5 je negativna ocena. Pisno poročilo (članek), ustna javna predstavitev. Skupina učiteljev in asistentov ocenjuje pisno poročilo (članek) in javno predstavitev na način, ki je uveljavljen na strokovnih konferencah (peer review). Prispevek k oceni: Projektna naloga Predstavitev		Written report/oral presentation: from 6 to 10 positive, negative grade is 5. Written report (article), oral public presentation. The group of teachers and assistants is evaluating the written report (article) and public presentation in a way that is established for conferences (peer review) Contributions to final grade: Project Presentation
Projektna naloga	70,00 %	Project
Predstavitev	30,00 %	Presentation

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. REJC, Jure, KOVAČIČ, Franc, TRPIN, Anton, REJC, Danilo, ŠTRUS, Miran, OBID, Pavle, MUNIH, Marko. The measuring and control system for improved model based diastat filling quality. Expert systems with applications, 2013, vol. 40, no. 1, str. 64-74.
2. 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 1559-128X. 2013, vol. 52, no. 12, str. 2750-2760.
3. MIKLAVEC, Andraž, PUŠNIK, Igor, BATAGELJ, Valentin, DRNOVŠEK, Janko. A large aperture blackbody bath for calibration of thermal imagers. Meas. sci. technol., 2013, vol. 2, no. 24, str. 1-8.
4. BOJKOVSKI, Jovan, VELIKI, Tomislav, ZVIZDIĆ, Davor, DRNOVŠEK, Janko. Bilateral comparison of mercury and gallium fixed-point cells using standard platinum resistance thermometer. Int. j. thermophys., 2011, vol. 32, no. 7/8, str. 1544-1552.
5. HITI, Miha, BOJKOVSKI, Jovan, BATAGELJ, Valentin, DRNOVŠEK, Janko. Multizone furnace for analysis of fixed-point realizations in the range from 1,000°C to 1,700°C. Int. j. thermophys., Feb. 2008, vol. 29, no. 1, str. 241-24.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Senzorji in merilni pretvorniki
Course title:	Sensors and Measurement Transducers

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64293

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Peter Zajec
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Osnove in pomen senzorjev v močnostni elektrotehniki; Pretvorniki merilnih veličin (osnovni pojmi in definicije, merilna veriga in definicija njenih sestavnih delov, idealni/realni merilni člen, statična karakteristika, dinamične lastnosti, vplivne veličine, zanesljivost in varnost); Fizikalni opis termično-električne pretvorbe, optično-električne, mehanično-električne, magnetno-električne, kemijsko-električne pretvorbe in ostalih geometrijsko snovnih sprememb, ki se jih izkorišča v sodobnih merilnih členih; Meritve mehanskih in procesnih veličin za aplikacije v pogonskih sistemih in mehanskih konstrukcijah (merjenje veličin kot so: linearni premik, kot zasuka, število vrtljajev in kotna hitrost, debelina plasti, sile, tlaka in vrtilnega momenta in moči, mase, volumskega in masnega pretoka fluidov in sipkih materialov); Obravnava prenosa merilnega signala preko izolacijskih barier; Obravnava prilagodilnih vezij in zgradbe sodobnih merilnih sistemov.	Fundamentals of sensors and their significance in power engineering; Sensors and transducers of measurement quantities (basic concepts and definitions, measuring chain and definition of its components, ideal / real measuring components, static and dynamic properties, influential quantities, reliability and safety); Insight into physical backgrounds of thermal-electric conversion, optical-electric, mechanical-electrical, magnetic-electrical, chemical-electrical conversion and other geometric changes of material, which are used in modern measuring components; Measurements of mechanical and process quantities for applications in drive systems and mechanical structures (measurement of quantities such as linear displacement, rotation, speed and angular velocity, thickness of the layer, force, pressure and torque and power, mass, volume and mass flow of fluids and loose materials); Introduction to the transmission of the measurement signal through insulation barriers; Introduction to the adaptive circuits and the structure of modern measurement systems.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. D. Fefer, A. Jeglič: Senzorji in pretvorniki, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2006.
2. P.Zajec, zapiski predavanj
3. J. Turner, Automotive Sensors. Momentum Press, 2009.
4. E. Ramsden, Hall-Effect Sensors: Theory and Application. Newnes, 2011.
5. P. P. L. Regtien, Sensors for Mechatronics. Elsevier, 2012.

6. R.Pallás-Areny, J.G.Webster: Sensors and signal conditioning, New York, Wiley, 2001.
7. H. Bernstein: Sensoren und Messelektronik, München, Pflaum, 1998.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študenta seznaniti s širokim naborom senzorjev, ki izkoriščajo različna snovno-geometrijske spremembe osnovnega-aktivnega materiala senzorja. Predmet vključuje merilne izzive iz različnih tehniških področij s poudarkom na aplikacijah s področja mehatronike. Študentu posreduje znanje o omejitvah obravnavanih senzorjev ter o smernicah za optimalno izbiro senzorjev ter zasnovo in oceno lastnosti merilnika neelektričnih in električnih veličin.	The objective of the course is to familiarize the student with a wide range of sensors that exploit different material-geometric changes of the basic-active sensor material. The subject includes measurement challenges from different technical areas with an emphasis on mechatronics applications. It provides the student with knowledge about the limitations of the sensors in question and about the guidelines for the optimal selection of sensors and the design in the assessment of the properties of non-electrical and electrical quantities.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • opisati delovanje posameznih senzorjev in merilnih pretvornikov, • primerjati različne senzorje in oceniti njihove prednosti in slabosti, • izbrati in načrtati elemente v merilni progi z izbranim senzorjem, • analizirati vpliv motilnih veličin, • utemeljiti izbiro posameznega senzorja.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe the operation of individual sensors and measurement transducers, • compare different sensors and evaluate their advantages and drawbacks, • select and design the measuring line with the selected sensor, • analyse the impact of interference quantities, • justify the choice of an individual sensor.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so podane teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom postopka reševanja enostavnejših praktičnih izzivov. Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj, katerih se študentje postopoma seznanjajo s senzorji in njihovo uporabo v realnih aplikacijah. Laboratorijski modeli omogočajo sočasno delo dveh ali treh študentov, ki ob koncu semestra poročajo o končnih rezultatih s primerjavo izsledkov iz literature.	The lectures give the theoretical basics of the discussed chapters together with the presentation of the process of solving simpler practical challenges. Students are provided with detailed study material. Practical work is carried out within laboratory exercises, where students gradually become acquainted with sensors and their real case applications. Laboratory models allow the simultaneous work of two or three students who report the final results at the end of the semester by comparing the results from the literature.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. PETKOVŠEK, Marko, LEBAN, Aleš, NEMEC, Mitja, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Series active power filter for high-voltage synchronous generators, Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, Dec. 2013, vol. 43, no. 4, str. 228-234.

2. FLISAR, Uroš, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Voltage sag independent operation of induction motor based on Z-source inverter, Compel, ISSN 0332-1649, 2012, vol. 31, no. 6, str. 1931-1944.
3. RUPAR, Uroš, LAHAJNAR, Franci, ZAJEC, Peter. Iterative-learning-based torque-ripple compensation in a transverse flux motor, IET control theory & applications, ISSN 1751-8644, 2012, vol. 6, no. 3, str. 341-348.
4. PETKOVŠEK, Marko, KOSMATIN, Peter, ZEVNIK, Ciril, VONČINA, Danijel, ZAJEC, Peter. Measurement system for testing of bipolar plates for PEM electrolyzers, Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2012, letn. 42, št. 1, str. 60-67.
5. OSTROŽNIK, Simon, BAJEC, Primož, ZAJEC, Peter. A study of a hybrid filter, IEEE transactions on industrial electronics, ISSN 0278-0046, Mar. 2010, vol. 57, no. 3, str. 935-942.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Splošni izbirni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: SIP

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	
Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Splošni izbirni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	SIP

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Splošni izbirni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	SIP

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Splošni izbirni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	SIP

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:		
	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**

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:	Splošni izbirni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	SIP

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Splošni izbirni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: SIP

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	
Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**

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:	Splošni izbirni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: SIP

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	
Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**

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:	Strokovni izbirni modul
Course title:	Elective general module

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: SIM

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
90		60			150	12

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	
Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Strokovni izbirni modul
Course title:	Elective general module

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: SIM

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
135		90			225	18

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	
Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Strokovni izbirni modul
Course title:	Elective general module

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	SIM

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
90		60			150	12

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Strokovni izbirni modul
Course title:	Elective general module

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: SIM

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
90		60			150	12

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:		
	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Strokovni izbirni modul
Course title:	Elective general module

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: SIM

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
90		60			150	12

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	
Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Strokovni izbirni modul
Course title:	Elective general module

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: SIM

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
90		60			150	12

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:		
	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Strokovni izbirni modul
Course title:	Elective general module

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	SIM

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
90		60			150	12

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Strokovni izbirni modul
Course title:	Elective general module

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: SIM

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
90		60			150	12

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:		
	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

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:	Strokovni izbirni modul
Course title:	Elective general module

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: SIM

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
90		60			150	12

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	
Vaje/Tutorial:	

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

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**

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:	Svetlobna tehnika
Course title:	Lighting Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64254E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Grega Bizjak
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predmet je osredotočen na človeka in njegovo potrebo po svetlobi. S pomočjo izbranih poglavij bo predstavljen vpliv svetlobe na človeka in kako lahko te vplive skupaj z razsvetljavo in sodobnimi svetlobnimi viri uporabi za izboljšanje našega življenja. Sodobna razsvetljava naj ne bi samo omogočala dobrega vida ampak mora stimulirati naš celotni organizem. Poleg tega pa mora biti še energetsko učinkovita in imeti čim manjši vpliv na okolje. Vsebina je razdeljena na naslednja poglavja: • vidni vplivi svetlobe; • nevidni vplivi svetlobe; • fizikalne osnove svetlobe; • svetloba in barve; • fotometrija; • svetlobni viri; • svetilke; • razsvetljava z umetno svetlobo; • dnevna svetloba; • načrtovanje razsvetljave; • kakovostna cestna razsvetljava; • Načrtovanje cestne razsvetljave.	The course concentrates on humans and their needs for light. With the help of selected chapters it shows the effects of light on humans and how we can use these effects in connection with lighting and modern light sources to improve our lives. Today lighting should not only enable our vision but should also stimulate our entire organism. Beside that lighting should be energy-efficient and have minimal negative impacts on our environment. Content is divided in the following sections: • Visual effects of light • Non-visual effects of light • Basic physics of light • Light and colour • Photometry • Light sources • Luminaires • Lighting with artificial light • Daylight • Lighting design • Quality of road lighting • Planning of Road Lighting

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. BIZJAK, Grega, KOBAV, Matej Bernard, PRELOVŠEK, Mitja. Razsvetljava: učbenik. izd. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2013.
2. BECKERS, Benoit (ur.). Solar energy at urban scale. London: ISTE; Hoboken: Wiley, cop. 201

3. LENK, Ron, LENK, Carol. Practical Lighting Design with LED, IEEE Press, 2011
4. VALBERG, Arne. Light Vision Color, John Wiley & Sons, Ltd, 2005
5. ANDER, Gregg D. Daylighting Performance and Design, John Wiley & Sons, Ltd, 2003
6. The IESNA Lighting handbook: reference and application, New York : Illuminating Engineering Society of North America, cop. 2011 ali 2000
7. Fördergemeinschaft Gutes Licht - knjižice o razsvetljavi 200X

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Pri predmetu se študent seznani z stanjem tehnike pri razsvetljavi. Pri tem spozna tudi, kako pomembna je razsvetljava za ljudi in kako se lahko s pravilno razsvetljavo izboljša delovne in bivalne pogoje pa tudi, kateri problemi so povezani z razsvetljavo z umetno svetlobo. Študent spozna metode za izračune razsvetljave in se nauči uporabljati ustrezna orodja za načrtovanje razsvetljave.	The course aims to acquaint you with the state of the art in lighting. You will learn how important lighting is for humans and how lighting can be used to improve working and living conditions but also what problems are connected with artificial lighting. We will introduce you to the methods for lighting planning and show you how to use appropriate tools in the planning process.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - opisati zahteve standardizacije za razsvetljavo; - razlikovati med različnimi svetlobnimi viri in svetilkami; - uporabljati programska orodja za načrtovanje razsvetljave; - izvesti potrebne izračune pri načrtovanju razsvetljave; - samostojno načrtovati notranjo in zunanjo razsvetljavo; - izvesti meritve razsvetljave ter - presoditi o ustreznosti razsvetljave s pomočjo rezultatov meritev.	After successful completion of the course, students should be able to: - describe the requirements for lighting in standardization; - distinguish between different light sources and luminaires; - use software tools for lighting design; - carry out the calculations in lighting design; - independently plan interior and road lighting; - carry out measurements of lighting installations and - assess the adequacy of lighting by means of measurement results.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje, vodeno projektno delo.	Lectures, exercises, guided project work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, izpitni projekt, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: Laboratorijske vaje Izpitni projekt Ustni izpit		Type: laboratory exercises, exam project, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: Report of laboratory exercises Exam project Oral exam
Laboratorijske vaje	33,00 %	Report of laboratory exercises
Izpitni projekt	33,00 %	Exam project
Ustni izpit	34,00 %	Oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BIZJAK, Grega, KOBAV, Matej Bernard, PRELOVŠEK, Mitja. Razsvetljava : učbenik za poglavja o razsvetljavi pri predmetih Električne inštalacije in razsvetljava, Nizkonapetostne električne inštalacije, Elektrotehnika in varnost, Svetlobna tehnika. izd. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2013.
2. 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.
3. BIZJAK, Grega, MALOVRH REBEC, Katja, KOBAV, Matej Bernard, KLANJŠEK GUNDE, Marta. Photobiological aspects of LED sources for general lighting. V: Conference Balkan Light, Belgrade, 03-06 October 2012. KOSTIĆ, Miomir B. (ur.). Proceedings. Belgrade: Academic mind, 2012, str. 109-116.

4. KOS, Marko, BIZJAK, Grega. Calculation of electrical energy use for lighting according to EN 15193. V: Světlo 2011 : ekologie - ekonomika - efektivita = Light 2011 : ecology - economy - efficiency. Praha: Česká společnost pro osvětlování, 2011, str. 60-63.
5. KOBAV, Matej Bernard, BIZJAK, Grega. Long term study - energy savings obtained with use of daylight sensor and dimming ballasts. V: Proceedings of CIE 2010 "Lighting Quality and Energy Efficiency", 14-17 March 2010, Vienna, Austria. Vienna: Commission Internationale de l'Eclairage: = CIE, cop. 2010, str. 618-621.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Svetlobna tehnika
Course title:	Lighting Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64254

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Grega Bizjak
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predmet je osredotočen na človeka in njegovo potrebo po svetlobi. S pomočjo izbranih poglavij bo predstavljen vpliv svetlobe na človeka in kako lahko te vplive skupaj z razsvetljavo in sodobnimi svetlobnimi viri uporabi za izboljšanje našega življenja. Sodobna razsvetljava naj ne bi samo omogočala dobrega vida ampak mora stimulirati naš celotni organizem. Poleg tega pa mora biti še energetsko učinkovita in imeti čim manjši vpliv na okolje. Vsebina je razdeljena na naslednja poglavja: • vidni vplivi svetlobe; • nevidni vplivi svetlobe; • fizikalne osnove svetlobe; • svetloba in barve; • fotometrija; • svetlobni viri; • svetilke; • razsvetljava z umetno svetlobo; • dnevna svetloba; • načrtovanje razsvetljave; • kakovostna cestna razsvetljava; • Načrtovanje cestne razsvetljave.	The course concentrates on humans and their needs for light. With the help of selected chapters it shows the effects of light on humans and how we can use these effects in connection with lighting and modern light sources to improve our lives. Today lighting should not only enable our vision but should also stimulate our entire organism. Beside that lighting should be energy-efficient and have minimal negative impacts on our environment. Content is divided in the following sections: • Visual effects of light • Non-visual effects of light • Basic physics of light • Light and colour • Photometry • Light sources • Luminaires • Lighting with artificial light • Daylight • Lighting design • Quality of road lighting • Planning of Road Lighting

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. BIZJAK, Grega, KOBAV, Matej Bernard, PRELOVŠEK, Mitja. Razsvetljava: učbenik. izd. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2013.
2. BECKERS, Benoit (ur.). Solar energy at urban scale. London: ISTE; Hoboken: Wiley, cop. 201

3. LENK, Ron, LENK, Carol. Practical Lighting Design with LED, IEEE Press, 2011
4. VALBERG, Arne. Light Vision Color, John Wiley & Sons, Ltd, 2005
5. ANDER, Gregg D. Daylighting Performance and Design, John Wiley & Sons, Ltd, 2003
6. The IESNA Lighting handbook: reference and application, New York : Illuminating Engineering Society of North America, cop. 2011 ali 2000
7. Fördergemeinschaft Gutes Licht - knjižice o razsvetljavi 200X

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Pri predmetu se študent seznani z stanjem tehnike pri razsvetljavi. Pri tem spozna tudi, kako pomembna je razsvetljava za ljudi in kako se lahko s pravilno razsvetljavo izboljša delovne in bivalne pogoje pa tudi, kateri problemi so povezani z razsvetljavo z umetno svetlobo. Študent spozna metode za izračune razsvetljave in se nauči uporabljati ustrezna orodja za načrtovanje razsvetljave.	The course aims to acquaint you with the state of the art in lighting. You will learn how important lighting is for humans and how lighting can be used to improve working and living conditions but also what problems are connected with artificial lighting. We will introduce you to the methods for lighting planning and show you how to use appropriate tools in the planning process.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - opisati zahteve standardizacije za razsvetljavo; - razlikovati med različnimi svetlobnimi viri in svetilkami; - uporabljati programska orodja za načrtovanje razsvetljave; - izvesti potrebne izračune pri načrtovanju razsvetljave; - samostojno načrtovati notranjo in zunanjo razsvetljavo; - izvesti meritve razsvetljave ter - presoditi o ustreznosti razsvetljave s pomočjo rezultatov meritev.	After successful completion of the course, students should be able to: - describe the requirements for lighting in standardization; - distinguish between different light sources and luminaires; - use software tools for lighting design; - carry out the calculations in lighting design; - independently plan interior and road lighting; - carry out measurements of lighting installations and - assess the adequacy of lighting by means of measurement results.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje, vodeno projektno delo.	Lectures, exercises, guided project work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, izpitni projekt, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: Laboratorijske vaje Izpitni projekt Ustni izpit		Type: laboratory exercises, exam project, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: Report of laboratory exercises Exam project Oral exam
Laboratorijske vaje	33,00 %	Report of laboratory exercises
Izpitni projekt	33,00 %	Exam project
Ustni izpit	34,00 %	Oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BIZJAK, Grega, KOBAV, Matej Bernard, PRELOVŠEK, Mitja. Razsvetljava : učbenik za poglavja o razsvetljavi pri predmetih Električne inštalacije in razsvetljava, Nizkonapetostne električne inštalacije, Elektrotehnika in varnost, Svetlobna tehnika. izd. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2013.
2. 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.
3. BIZJAK, Grega, MALOVRH REBEC, Katja, KOBAV, Matej Bernard, KLANJŠEK GUNDE, Marta. Photobiological aspects of LED sources for general lighting. V: Conference Balkan Light, Belgrade, 03-06 October 2012. KOSTIĆ, Miomir B. (ur.). Proceedings. Belgrade: Academic mind, 2012, str. 109-116.

4. KOS, Marko, BIZJAK, Grega. Calculation of electrical energy use for lighting according to EN 15193. V: Světlo 2011 : ekologie - ekonomika - efektivita = Light 2011 : ecology - economy - efficiency. Praha: Česká společnost pro osvětlování, 2011, str. 60-63.
5. KOBAV, Matej Bernard, BIZJAK, Grega. Long term study - energy savings obtained with use of daylight sensor and dimming ballasts. V: Proceedings of CIE 2010 "Lighting Quality and Energy Efficiency", 14-17 March 2010, Vienna, Austria. Vienna: Commission Internationale de l'Eclairage: = CIE, cop. 2010, str. 618-621.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Trajnostna oskrba z električno energijo
Course title:	Sustainable power supply

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)		Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64317

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		15			65	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	Boštjan Blažič, Marko Čepin, Rafael Mihalič, Valentin Ažbe
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni/elective

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Izbirni predmet je namenjen študentkam in študentom netehniških študijskih programov ne glede na stopnjo njihovega matičnega programa. Predmeta ne morejo izbrati študentke in študenti podiplomskega študijskega programa II. stopnje Elektrotehnika.	The elective course is intended for students of non-engineering study programmes irrespective of the level of their programme. The students of master study programme Electrical Engineering are not entitled to elect this course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Slušatelji si bodo ustvarili celostno sliko o vlogi, najosnovnejših principih proizvodnje ter družbenoekonomskih in tehničnih vidikih porabe in zadovoljevanja potreb po električni energiji. V okviru tega bodo pridobili osnovna znanja na področju oskrbe z električno energijo skozi spoznavanje proizvodnje, prenosa in razdeljevanja električne energije. Pri tem bodo poudarjeni najosnovnejši principi obratovanja elektroenergetskih sistemov (EES) in zahteve EES z vidika okoljevarstva, razvoja novih tehnologij, vpliva različnih konceptov proizvodnje električne energije na okolje (konvencionalnih, obnovljivih) in družbenoekonomskega vpliva na razvoj oskrbe z električno energijo. Pridobili bodo informacije o osnovnih zakonitostih pretvorbe energije, o vlogi in osnovnih značilnostih elektroenergetskih sistemov pri oskrbi z električno energijo. Predstavljeni jim bodo pojmi, ki narekujejo razvoj elektroenergetskih sistemov: trajnostni viri, nizkoogljične tehnologije, učinkovita raba električne energije, kakovost električne energije in pametna omrežja.	Students will get a comprehensive overview about the role and the principles of the electrical energy production. They will learn the social, economic and the technical aspect of the energy consumption. The basic knowledge about the electrical energy supply will be obtained. The generation of electric power, its transmission and its distribution will be explained. The emphasis will be placed to the elementary principles of power system operation, the requirements of power system operation regarding the environment protection, the development of new technologies, the impact of different concepts of electrical energy generation (conventional sources, renewable sources) and the socioeconomic impact of the electrical energy supply. Students will obtain information about the basic laws related to the energy conversion and about the role and characteristics of power systems for the electrical power supply. The terms, which rule the development of new electrical power systems, will be described such as sustainable energy sources, low carbon technologies, efficient use

	of electrical energy, quality of electrical energy and smartgrids.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Encyclopedia of Energy, 2004 Elsevier Inc.
2. Standard Handbook for Electrical Engineers, The McGraw-Hill, 2006
3. M. Čepin, Assessment of power system reliability. London: Springer, 2011
4. B. Orel: Energetski pretvorniki I, Založba FER, Ljubljana 1992
5. B. Orel: Energetski pretvorniki II, Založba FER, Ljubljana 1993
6. J. Voršič:Pretvarjanje v električno energijo Maribor: Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, 1996,
7. Ian Plimer: Heaven and Earth, Taylor Trade Publishing, 2009

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Slušatelji si bodo ustvarili celostno sliko o pojmu potreb po električni energiji in izkoriščanju virov pri njenem pridobivanju. Pridobili bodo osnovna znanja na področju oskrbe z električno energijo skozi spoznavanje proizvodnje, prenosa in razdeljevanja električne energije. V okviru aktualne problematike predmet izpostavlja okoljevarstvene vidike, vpliv in razvoj novih tehnologij, obnovljive vire energije (veter, voda, sonce, biomasa itn.) in učinkovito rabo energije. Kot bistveno pa izpostavljamo pridobitev osnovnih informacij o relaciji med pavšalnimi ocenami in nedomišljenimi koncepti ter tehnično in fizikalno uresničljivimi koncepti s področja oskrbe z električno energijo.	Students will get an overview about the needs related with the electrical energy and about the exploitation of sources in the process of electric energy production. They will get the basic knowledge in the field of production, transmission and distribution of electrical energy. The benefits of the environmental protection, new technologies, renewable energy sources and efficient use of energy will be explained and discussed. The basic knowledge will be obtained, which will enable that students will be capable to distinguish between general theoretical concepts and technically and environmentally acceptable concepts.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje Slušatelj bo razumel načine in metode pretvorbe primarnih energetskih virov v električno energijo s konvencionalno tehnologijo oz. alternativnimi tehnologijami. Spoznal bo osnovne fizikalno-tehnične principe pretvorbe v električno energijo, njenega prenosa in izrabe. Poznal bo osnovne pogoje za izvedbo energetskih pretvorb v električno energijo, izkoristke teh pretvorb, njihove osnovne ekonomske kazalce in okoljske omejitve. Kot nujen pogoj za razumevanje oskrbe z električno energijo bo spoznal osnovne obratovalne značilnosti virov električne energije, pogoje obratovanja EES in porabnikov električne energije. Uporaba Pridobljeno znanje predstavlja osnovo za vrednotenje energetskih konceptov in osnovo za reševanje problematike umeščanja energetskih virov v prostor. Poznavanje obratovalnih lastnosti in omejitev klasičnih virov električne energije je tudi temelj za načrtovanje nacionalnega sistema za oskrbo z električno energijo. Prenosljive spretnosti Pridobljena znanja predstavljajo osnovo za sprejemanje odločitev v zvezi z načrtovanjem in projektiranjem elektroenergetskih objektov ter njihovim umeščanjem v prostor. Nadalje so potrebna za kompetentno	Knowledge and understanding: Students will understand the principles and the methods of primary energy conversion into electrical energy with conventional technology and with alternative technologies. Students will understand the physical and technical principles, which enable the conversion of energy to electrical energy and the transmission principles. They will learn about the efficiency related with environmental end economic parameters. Students will understand the operational characteristics of electrical power systems, end users and the conditions for the operation. Application Acquired knowledge will serve as a standpoint for the evaluation of electrical energy concepts and a basis for solving the problems of siting the power plants to the environment. Knowledge of operational characteristics and limitations of conventional sources of energy represents the basis for the national energy program. Skills Acquired knowledge forms the basis for decision-making related to the planning of power plants and their placement into the environment. Acquired knowledge supports the competent economic evaluation of individual power supply solutions.

ekonomsko ovrednotenje posameznih rešitev na nivoju oskrbe z električno energijo.	

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in laboratorijske vaje	Lectures and laboratory exercises

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Pisni in ustni izpit. Kandidat, ki na pisnem izpitu zbere vsaj 50 % možnih točk, lahko pristopi k ustnemu izpitu. Končna ocena se oblikuje na podlagi rezultata pisnega izpita in ustnega zagovora, pri katerem se upošteva tudi poročilo z vaj. Ocenjevalna lestvica: nezadostno (5), zadostno (6), dobro (7), prav dobro (8), prav dobro (9), odlično (10). Prispevki k oceni: vaje pisni izpit ustni izpit		Written and oral exam. The candidate who passes the written exam with at least 50% of all possible points can take the oral examination. Final assessment is formed on the basis of the result of written and oral examination, which is subject also to a report from the practical work. Grading scale: poor (5), adequate (6), good (7), very good (8), very good (9), excellent (10). Contributions to final grade: exercises written exam oral examination
vaje	20,00 %	exercises
pisni izpit	30,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ČEPIN, Marko. Assessment of power system reliability. London: Springer, 2011.
2. ČEPIN, Marko. Advantages and difficulties with the application of methods of probabilistic safety assessment to the power systems reliability. Nucl. Eng. Des.. [Print ed.], 2012, vol. 246, str. 134-140.
3. MIHALIČ, Rafael. Stabilnost in dinamični pojavi v elektroenergetskih sistemih : osnovni pojmi s primeri. Ljubljana: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ - CIRED, 2013.
4. BLAŽIČ, Boštjan, MATVOZ, Dejan, PAPIČ, Igor. Analiza ukrepov za zmanjšanje flikerja v prenosnem omrežju Slovenije. Elektrotehniški vestnik. [Slovenska tiskana izd.], 2008, let. 75, št. 1-2, str. 18-23.
5. BLAŽIČ, Boštjan, PAPIČ, Igor. Large-scale integration of distributed energy resources in power networks. Elektrotehniški vestnik. [Slovenska tiskana izd.], 2008, letn. 75, št. 3, str. 117-122.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Umetni inteligentni sistemi
Course title:	Artificial Intelligent Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64250

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Simon Dobrišek
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-splošni /Elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
• Vpis v letnik predmeta. • Osnove linearne algebre, več-variabilne analize, optimizacije, statistike, verjetnostne teorije in računalniškega programiranja.	· Enrolment in the year of the course. The basics of linear algebra, multivariate analysis, optimization, statistics, probability theory, and computer programming.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
• Uvod v umetne inteligentne sisteme: umetno zaznavanje, umetna inteligenca, mehko računanje, strojno učenje, avtonomni agenti in ambientalna inteligenca, pametni nadzorni sistemi. • Inteligentno reševanje problemov: stanja problema in podproblemi, predstavitev problemov z grafi in algoritmi za preiskovanje grafov - izčrpno preiskovanje, hevristično preiskovanje. • Zgled: samodejno sestavljanje. • Z znanjem podprti sistemi: osnovne sestavine z znanjem podprtih sistemov, vmesnik človek-stroj, proceduralno in deklarativno znanje, proces sklepanja. • Predstavitev znanja: predstavitev s produkcijskimi pravili, neizrazita logika, obrazca za prikaz znanja, ki temeljita na Petrijevih omrežjih. • Sklepanje: metode sklepanje z veriženjem pravil, izjavni račun, predikatni račun, neizrazito logično sklepanja, verjetnostno sklepanje. • Zgled: z znanjem podprt sistem strojnega vida. • Znanje iz eksperimentalnih podatkov: več-variabilna regresije z umetnimi nevronskimi omrežji. • Več-agentni sistemi: inteligentni agenti, več-agentne plaforme, agentni komunikacijski jezik • Zgled: več-agentna FIPA platforma	· Introduction to artificial intelligent systems: artificial perception, artificial intelligence, soft computing, machine learning, autonomous agents, and ambient intelligence, smart surveillance systems. · Intelligent problem solving: problem decomposition and reduction, graph representation of problems, and graph search - exhaustive and heuristic search algorithms. · Case study: assembly automation. · Expert systems: expert-system components and human interfaces, procedural and declarative knowledge, and reasoning process. · Knowledge representation: production rules, fuzzy production rules, and representation based on the Petri nets. · Inference: forward and backward chaining, propositional calculus, predicate calculus, fuzzy inference, and probabilistic inference. · Case study: knowledge-based computer-vision systems. · Knowledge from experimental data: multivariate regression with artificial neural networks. · Multi-agent systems: intelligent agent, multi-agent platforms, agent communication language. Case study: FIPA-compliant multi-agent platform.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- S. J. Russell, P. Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, 2010.
- Mohri M., Rostamizadeh A., Talwalkar, A. : Foundations of Machine Learning, The MIT Press, 2012.
- N. Pavešić, Razpoznavanje vzorcev: uvod v analizo in razumevanje vidnih in slušnih signalov, (3. popravljena in dopolnjena izd., 2 zv.), Založba FE in FRI, 2012

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentu podati znanje o osnovnih matematičnih in računalniških pristopih pri razvoju umetne inteligence. Študent se seznani z osnovnimi koncepti umetnih inteligentnih sistemov in s primeri izvedb takšnih sistemov. Pridobljeno znanje o mehkem računanju, strojnem učenju in obrazcih za predstavitev znanja omogoča osnovno načrtovanje in razvoj ekspertnih sistemov, avtonomnih inteligentnih agentov in tudi več-agentih aplikacij.	The objective of the course is to provide the student with the knowledge of basic mathematical and computational approaches in the development of artificial intelligence. The student is acquainted with the basic concepts of artificial intelligent systems and with the examples of the implementations of such systems. The acquired knowledge of soft computing, machine learning, and knowledge-representation forms enables the basic design and development of expert systems, autonomous intelligent agents, as well as multi-agent applications.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • predstaviti osnovno zamisel in pod-področja umetne inteligence glede na vsebino, raziskave in uporabo, • opisati osnovne koncepte in gradnike avtonomnih agentov in drugih umetnih inteligentnih sistemov, ki so podprti z bazami problemsko usmerjenega znanja in mehanizmi sklepanja, z možnostjo zaznavanja prostora in komuniciranja z govorom ter z možnostjo samo-učenja in prilagajanja na nove okoliščine, • razložiti osnovne metode mehkega računanja in različne obrazce za predstavitev znanja v inteligentnih sistemih, • modelirati določene umske zmožnosti človeka, kot je učenje in reševanje problemov, • uporabljati metode iskanja optimalnih rešitev glede na vhodne podatke in bazo znanja, ki temelji na uporabi enega od obrazcev za predstavitev znanja, • iskati zakonitosti v podatkih z metodami samodejnega razpoznavanja vzorcev in podatkovnega rudarjenja ter • ovrednotiti točnost in zanesljivost delovanja umetnih inteligentnih sistemov.	After successful completion of the course, students should be able to: • present the basic idea and sub-areas of artificial intelligence according to the content, research and application area, • describe the basic concepts and components of autonomous agents and other artificial intelligent systems that are supported by the problem-oriented knowledge bases and reasoning mechanisms, and having the ability to perceive environment, communicate with speech, self-learn and adapt to new circumstances, • explain the basic methods of soft computing and various knowledge-representation forms in intelligent systems, • model certain mental functions of human, such as learning and solving problems, • use the methods for searching for optimal solutions considering input data and knowledge base that is based on the use of one of the knowledge-representation forms, • search for regularities in data using the methods of automatic pattern recognition and data mining, and • to evaluate the accuracy and reliability of artificial intelligent systems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so podane teoretične osnove vseh obravnavanih modelov in metod. Predstavljeni so tudi računski primeri, ki ponazarjajo ključne značilnosti predstavljenih metod. Študentom je kot osnovno študijsko gradivo na razpolago skripta z drsnicami s predavanj. V okviru predavanja študenti dobijo neobvezne domače naloge, ki vključujejo nekaj teoretičnih vprašanj in tudi nekaj računskih nalog,	The lectures provide a theoretical background of all the considered models and methods together with simple computational examples that illustrate the key characteristics of all the presented methods. Lectures notes with the slides from the lectures are available to the students as the basic study material. As part of the lectures, the students receive optional homework assignments including theoretical questions as well as

katerih namen je sprotno preverjanje pridobljenega znanja. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj, kjer študenti rešujejo predvsem zadane programerske naloge. V okviru laboratorijskih vaj študenti izvedejo še izbirne projekte, v okviru katerih udejanjijo izbrane umetne inteligentne sisteme ali njihovo izbrano ključno komponento za izbrano področje uporabe, oziroma izvedejo poglobljene študije obstoječih umetnih inteligentnih sistemov. O rezultatih izbirnih projektov poročajo v pisnih poročilih.	computational exercises that enable the students to promptly verify the acquired knowledge. Practical work is carried out as part of the laboratory exercises, where the students solve the given programming tasks. As part of the laboratory exercises, students also carry out additional elective projects within which they implement selected artificial intelligent systems or one of their key components for the selected fields of application, or alternatively, they carry out in-depth studies of existing artificial intelligent systems. The results of the elective projects are reported in written reports.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: domače naloge, laboratorijske vaje, projekt, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: • domače naloge, • laboratorijske vaje in projekt, • pisni izpit, • ustni izpit.		Type: homework, laboratory exercises, project, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades are grades from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to the final grade: • coursework, • laboratory exercises and project, • written exam, • oral examination.
• domače naloge	10,00 %	• coursework
• laboratorijske vaje in projekt	30,00 %	• laboratory exercises and project
• pisni izpit	30,00 %	• written exam
• ustni izpit	30,00 %	• oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. DOBRIŠEK, Simon. Pametni nadzorni sistemi : je to grožnja umetne inteligence. V: dnevi prava zasebnosti in svobode izražanja, [Kranjska Gora, 9. in 10. april 2015]. Zbornik 2015. 1. natis. Ljubljana: IUS Software, GV založba, 2015, str. 134-138.
2. GAJŠEK, Rok, MIHELIČ, France, DOBRIŠEK, Simon. Speaker state recognition using an HMM-based feature extraction method. Computer speech & language, ISSN 0885-2308, Jan. 2013, vol. 27, no. 1, str. 135-150.
3. SULIĆ KENK, Vildana, KRIŽAJ, Janez, ŠTRUC, Vitomir, DOBRIŠEK, Simon. Smart surveillance technologies in border control. European journal of law and technology, ISSN 2042-115X. [Online ed.], 2013, vol. 4, no. 2, str. 1-12.
4. DOBRIŠEK, Simon, GAJŠEK, Rok, MIHELIČ, France, PAVEŠIĆ, Nikola, ŠTRUC, Vitomir. Towards efficient multi-modal emotion recognition. International journal of advanced robotic systems, ISSN 1729-8814, 2013, vol. 10, no. 53, str. 1-10.
5. MIHELIČ, France (intervjuvanec), DOBRIŠEK, Simon (intervjuvanec), JUSTIN, Tadej (intervjuvanec). Vabljeni na pogovor s stroji! : Frekvenca X. Ljubljana: Val 202, 3. 10. 2013

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Uporabna statistika
Course title:	Applied Statistics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64257

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		15			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Gregor Dolinar, Melita Hajdinjak
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni-splošni/elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnove verjetnostnega računa: kombinatorika (permutacije, kombinacije, ...), slučajne spremenljivke (diskretne, zvezne) in njihova porazdelitev (Gaussova, Poissonova, Weibullova, ...), številske karakteristike (matematično upanje, varianca). Statistika: načrtovanje statističnega opazovanja (definicija hipoteze, ustrezna izbira vzorca in spremenljivk), predstavitev podatkov, ocenjevanje parametrov (definicija in lastnosti cenilke), preverjanje statističnih domnev (napaka I. in II. vrste), intervali zaupanja, testi (parametrični, neparametrični), regresija in korelacija (linearna, bivariatna, multivariatna), časovne vrste (ARIMA, ARCH), simulacije (metoda Monte Carlo).	Basic concepts of probability: combinatorics (permutations, combinations, …), random variables (discrete, continuous) and their distributions (Gauss, Poisson, Weibull, …), numerical characteristics (expected value, variance). Statistics: statistic design (definition of statistical hypothesis, sampling plans), data presentation, estimation of parameters (definition and properties of estimators), hypothesis testing (type one and type two error), confidence intervals, tests (parametric, non-parametric), regression and correlation (linear, bivariate, multivariate), time series (ARIMA, ARCH), simulations (Monte Carlo method).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. D. C. Montgomery, G. C. Runger: Applied statistics and probability for engineers, John Wiley & Sons, 6th Edition, 2013.
2. W. C. Navidi: Statistics for Engineers and Scientists, McGraw-Hill, 2007.
3. G. Turk: Verjetnostni račun in statistika, Ljubljana, 2011.
4. M. Hladnik: Verjetnost in statistika, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2002.
5. R.S. Kenett, S. Zacks, D. Amberti: Modern Industrial Statistics: with Applications in R, MINITAB, and JMP, Wiley 2014.

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Osvojiti osnove verjetnostnega računa. Osvojiti osnovne statistične metode, med njimi razločevati in izbirati ter biti sposoben izdelati statistično analizo z vsebinsko razlago. Razvijati spretnost zbiranja in statistične interpretacije podatkov ter kritične analize rezultatov in meritev v tehniki. Osvojiti uporabo nekaterih programskih orodij za statistiko.	Grasp the basics of probability theory and statistical methods. Being able to collect and interpret statistical data and to make a critical analysis of the results and measurements in technical engineering with appropriately chosen statistical methods. Use of some statistical data analysis software.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • opisati osnovne statistične metode, ki so uporabne v tehniki, • razločiti različne statistične metode, • uporabiti statistične metode pri statistični analizi, • uporabiti statistična programska orodja pri reševanju statističnih problemov, • kritično analizirati in statistično interpretirati tehnične probleme, ki se pojavijo v praksi, • kritično ovrednotiti dobljeni rezultat.	After successful completion of the course, students should be able to: • describe basic statistical methods used in technical engineering, • distinguish between different statistical methods, • use statistical methods to make a statistical analysis, • use statistical programming tools for solving statistical problems, • critically analyse and statistically interpret technical problems that we encounter in practise, • critically evaluate the solution.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje, domače naloge, seminarska naloga.	Lectures, laboratory work, homeworks, seminar assignment.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: domače naloge, seminarska naloga, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivni oceni domačih nalog in seminarske naloge sta pogoja za pristop k ustnemu izpitu. Pozitivna ocena na ustnem izpitu je pogoj za skupno pozitivno oceno. Prispevki k oceni: - domače naloge, - seminarska naloga, - ustni izpit.		Type: homework assignments, seminar assignment, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive grades of the homework assignments and the seminar assignment are prerequisites for the oral exam. Positive grade at the oral exam is a prerequisite for a positive final grade. Contributions to final grade: - homework assignments, - seminar assignment, - oral exam.
domače naloge	25,00 %	homework assignments
seminarska naloga	50,00 %	seminar assignment
ustni izpit	25,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. DOLINAR, Gregor, KUZMA, Bojan, NAGY, Gergő, SZOKOL, Patrícia. Restricted skew-morphisms on matrix algebras. *Linear Algebra and its Applications*, ISSN 0024-3795, 2016, vol. 490, str. 1-17.
2. DOLINAR, Gregor, GUTERMAN, Aleksandr Èmilevič, MAROVT, Janko. Monotone transformations on B(H) with respect to the left-star and the right-star partial order. *Mathematical inequalities & applications*, ISSN 1331-4343, 2014, vol. 17, no. 2, str. 573-589.
3. DOLINAR, Gregor, MOLNÁR, Lajos. Isometries of the space of distribution functions with respect to the Kolmogorov-Smirnov metric. *J. math. anal. appl.*, 2008, letn. 348, št. 1, str. 494-498.
4. MAREŠ, Tomáš, DANIEL, Matej, PERUTKOVÁ, Šárka, PERNE, Andrej, DOLINAR, Gregor, IGLIČ, Aleš, RAPPOLT, Michael, KRALJ-IGLIČ, Veronika. Role of phospholipid asymmetry in the stability of inverted hexagonal mesoscopic phases. *J. phys. chem., B Condens. mater. surf. interfaces biophys.*, 2008, letn. 112, št. 51, str. 16575-1658
5. ŠKERLJ, Tina, DOLINAR, Gregor, MRAMOR, Dušan. Estimation of asset accumulation of the proposed Slovenian mandatory-funded pension pillar. *Acta oecon. (Bp.)*, 2001, letn. 51, št. 4, str. 513-539.

1. SULIĆ KENK, Vildana, MANDELJC, Rok, KOVAČIČ, Stanislav, KRISTAN, Matej, HAJDINJAK, Melita, PERŠ, Janez. Visual re-identification across large, distributed camera networks. *Image and vision computing*, ISSN 0262-8856, Feb. 2015, vol. 34, str. 11-26.
2. VODOPIVEC, Samo, HAJDINJAK, Melita, BEŠTER, Janez, KOS, Andrej. Vehicle interconnection metric and clustering protocol for improved connectivity in vehicular ad hoc networks. *EURASIP Journal on wireless communications and networking*, ISSN 1687-1499, 2014, 2014, 170, str. 1-14.
3. RUGELJ, Miha, SEDLAR, Urban, VOLK, Mojca, STERLE, Janez, HAJDINJAK, Melita, KOS, Andrej. Novel cross-layer QoE-aware radio resource allocation algorithms in multiuser OFDMA systems. *IEEE transactions on communications*, ISSN 0090-6778, Sep. 2014, vol. 62, no. 9, str. 3196-3208.
4. HAJDINJAK, Melita, BIERMAN, Gavin M. Extending relational algebra with similarities. *Mathematical structures in computer science*, ISSN 0960-1295, Aug. 2012, vol. 22, no. 4, str. 686-718.
5. HAJDINJAK, Melita, MIHELIČ, France. The PARADISE evaluation framework : issues and findings. *Computational linguistics*, ISSN 0891-2017, Jun. 2006, vol. 32, iss. 2, str. 263-272.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Varnost informacijsko komunikacijskih sistemov
Course title:	Information and communication systems security

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64299

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Sašo Tomažič

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /compulsory professional

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Vidiki varnosti (avtentičnost, zasebnost, tajnost, nezanikanje, dostopnost). Varovanje komunikacijsko informacijskih sistemov (varnostna politika, nevarnosti, avtentikacija, avtorizacija, požarni zidovi, protivirusna zaščita). Pretočni šifrirni postopki. Simetrični bločni šifrirni postopki (DES, IDEA, AES). Asimetrični šifrirni postopki (eksponentna izmenjava ključev, RSA, eliptične krivulje). Zgostitvene funkcije (MD5, SH1). Digitalni podpis. Upravljanje s ključi (overila, overjanje, infrastruktura javnih ključev). Kriptoanaliza.	Aspects of security (authentication, privacy, confidentiality, non-repudiation, accessibility). Protection of communication and information systems (security policy, threats, authentication, authorization, firewalls, anti-virus protection). Stream chippers. Symmetric key encryption (DES, IDEA, AES). Asymmetric key encryption (exponential key exchange, RSA, elliptic curves). Hash functions (MD5, SH1). Digital signature. Key management (certificates, authentication, public key infrastructure). Cryptanalysis.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Sašo Tomažič, Varnost informacijsko komunikacijskih sistemov, 2014 (Objavljena elektronska knjiga kot študijsko gradivo).
2. A. J. Menezes, P. C. Oorschot, Scott A. Vanstone, Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1997.
3. G. J. Simmons (editor), Contemporary Criptology, The Science of Information Integrity, IEEE Press, 1991.
4. M. Jagodič, S. Tomažič (urednika), Varnost in zaščita v telekomunikacijskih omrežjih. Elektrotehniška zveza Slovenije, Ljubljana, 1997.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Spoznavanje osnovnih principov varovanja podatkov tako pri prenosu kot shranjevanju in dostopu do podatkov. Spoznavanje nevarnosti in različnih načinov za zagotavljanje varnosti informacijsko komunikacijskih sistemov.	To understand the basic principles of data protection during their transfer and storage. To understand security in data access. To understand the threats and different ways to secure information and communication systems.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študentje zmožni: • prepoznati nevarnosti, ki pretijo IKT sistemom, • prepoznati različne spletne prevare, • zaščititi IKT sistem, • zagotavljati celovitost elektronskih dokumentov, • oceniti varnost IKT sistema, • zasnovati varnostno politiko.	After successful completion of the course, students should be able to: - identify threats to ICT systems, - identify various online scams, - protect the ICT system, - ensure the integrity of electronic documents, - assess the security of the ICT system, - design a security policy.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja na katerih se študent seznani s teoretičnimi osnovami, in laboratorijske vaje, kjer nekaj problemov spozna tudi praktično in jih skuša v duhu timskega dela reševati.	Lectures and lab work. In lectures the students gain theoretical background and in lab they gain some practical experience.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: Laboratorijske vaje Pisni izpit		Negative grade is 5, positive grades are from 6 to 10. Positive exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: Laboratory exercises Written exam.
Laboratorijske vaje	30,00 %	Laboratory exercises
Pisni izpit	70,00 %	Written exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. TOMAŽIČ, Sašo (urednik, avtor). VIKING : varna informacijsko komunikacijska infrastruktura naslednje generacije : zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu v okviru ciljnega raziskovalnega programa (CRP) "Znanje za varnost in mir 2004-2010". Ljubljana: Univerza, Fakulteta za elektrotehniko, 2006.
2. TOMAŽIČ, Sašo, VIDMAR, Tone, CIGLARIČ, Mojca, PANČUR, Matjaž, KREVL, Andrej, ZAVEC, Aleš, KOS, Anton. Varnostne politike in standardi varovanja informacij : projekt "Viking". Ljubljana: Univerza v Ljubljani, 2005.
3. TOMAŽIČ, Sašo. Varnost v telekomunikacijah in kako jo zagotoviti. Štirinajsta delavnica o telekomunikacijah, Brdo pri Kranju, 2003, str. 9-14.
4. ŽNIDAR, Simon, TOMAŽIČ, Sašo. Načrtovanje varnostne politike. Peta delavnica o telekomunikacijah, Brdo pri Kranju, 1997, str.1-10.
5. TOMAŽIČ, Sašo. Celovitost podatkov in veda o šifriranju, Peta delavnica o telekomunikacijah, Brdo pri Kranju, 1997. str. 1-14.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Vezja in signali v energetiki
Course title:	Circuits and Signals in Power Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64215

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Andrej Košir
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Definicija, lastnosti in omejitve strnjenega linearnega vezja, karakteristike idealnih elementov. Bazični električni signali: harmonični signal, enotina stopnica, enotin impulz in operacije na signalih. Topološki opis vezja, vpadna matrika, matrika oken grafa, vejna, zančna in vozliščna metoda postavljanja enačb vezja. Teorem o transformaciji virov, dualnost in Tellegenov teorem. Klasična analiza: sistemska diferencialna enačba in njena rešitev, začetni pogoji in interpretacija rešitve. Konvolucijska metoda. Izmenična analiza: kazalci, sistemska funkcija, imitančna in prevajalna funkcija, kompleksna moč , Tellegenov teorem in Bodejev diagram Enovhodna vezja: Théveninov in Nortonov dvopol, teorem o maksimalnem prenosu moči, resonanca. Dvovhodna vezja: teorem o recipročnosti, parametri dvovhodnih vezij, ekvivalentna vezja in združevanje. Vhodna impedanca, preslikave impedanc in impedančno prilagajanje, prevajalne lastnosti in prevajalna funkcija. Analiza s spektri: Signalni spektri, uporaba Fourierove trigonometrijske in eksponentne vrste in integrala pri analizi linearnih vezij. Laplaceova transformacija: Laplaceov transform, model vezja v domeni kompleksne frekvence, začetno stanje vezja, sistemska funkcija, analiza vezij z Laplaceovo transformacijo. Računanje inverzne transformacije.	Definition, characteristics and limitations of the built-linear circuits, the characteristics of ideal elements. Basic electrical signals: the harmonic signal, unit step, unit impulse and operations on signals. Topological circuit description, the incidence array, the array of graph windows, loop and nodal method of setting circuit equations. Theory of the source transformation, and Tellegen theorem. Classical Analysis: System differential equation and its solution, initial conditions and interpretation solutions. Convolution. AC analysis: indicators, system function, imitance and transfer function, complex power, Tellegen theorem and Bode plot Single input circuits, Thevenin and Norton equivalent circuit, theorem of maximum power transmission, resonance. Two port circuits: the reciprocity theorem, the parameters of port circuits, the equivalent circuit and integration. The input impedance, impedance mapping and impedance adaptation, conductivity and transfer function. Spectral analysis: Signal spectrum, using Fourier trigonometric and exponential type and integral in the analysis of linear circuits. Laplace transform: Laplace transform, circuit model in the complex frequency domain, the initial state of the

	circuit, system function, circuit analysis with Laplace transform. Calculating the inverse transformation.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. P. Lahti: Linear Systems and Signals, Oxford university press, 2005
2. P. D. Cha, J. I. Molinder: Fundamentals of Signals and Systems, Cambridge university press, 2006
3. J. Mlakar: Linearna vezja in signali, Založba FE in FRI, 2002
4. A. Košir: Linearna vezja in signali, zbirka rešenih vaj, Založba FE in FRI, 2005.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je podati znanje o linearnih vezjih in sistemih, vključno s povezovanjem signalnih domen in analiz linearnih sistemov. Študent spozna temeljnega znanja o strnjenih električnih vezjih in analizah linearnih električnih vezij in linearnih sistemov. Spozna predstavitve, komponiranja in analize zveznih signalov vključno s spektri in Laplaceovo transformacijo. Spoznavanje sistemskih vidikov in temeljna znanj ter razumevanj analize linearnih sistemov in izbranih fenomenov v linearnih sistemih, povezanih z elektroenergetiko in mehatroniko.	The objective of the course is to familiarize students with basics of time continuous linear circuits and systems including the relationship of signal representation domain and type of system analysis. Basic understanding of linear circuits and systems. Understanding of the relationship between continuous time signal representations and linear system analysis. Recognition of a system type according to types of their components. Recognition and understanding of selected phenomena in linear systems in terms of power systems and mechatronics.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Študent bo po opravljenem modulu zmožen: • Klasificirati sistem glede na linearnost, časovno invariantnost in vzročnost; • Izbrati in uporabiti predstavitev signalov; • Uporabiti osnovne operacije na signalih; • Analizirati odzive sistema v smislu prehodnih pojavov in stacionarnih stanj ter lastnih odzivov; • Izbrati metodo analize sistema na podlagi tipa vhodnega signala; • Opraviti kompleksne analize signalov ter njihovih odzivov, kot so izračun amplitudnega ter faznega spektra; • Opraviti harmonično analizo linearnega sistema vključno z dvopoli in četveropoli.	After completing this course the student will be able to: • Classify system according to linearity, time invariance and causality; • Perfrom basic operations on signals; • Analyse system response in terms of transients and stationary states, and in terms of zero-input response; • Select the analysis method based on the input signal type; • Perform complex signal analysis, including amplitude and phase spectrum calculation; • Perform harmonic analysis of the system including one-port and two port circuits; • Replace complex two-port circuits with simplified two-port circuits with correctly calculated parameters.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja podajajo teoretične osnove in osnovne načine sklepanja, ki so redno podkrepljeni s primeri. Avditorne vaje podajajo več primerov z namenom izboljšanja analitičnih spretnosti in osvetljevanja dodatnih vidikov. Oba procesa sta podprta z uporabo odprtega spletnega simulatorja vezij, ki omogoča prikaze v predavalnici in prostovoljno konstruktivno delo študentov doma. Gre za pokrivanje obvladljivih primerov linearnih sistemov v smislu odziva na dano vzbujanje. Reprezentacije signalov v različnih domenah so podprte z uporabo Jupyter Python okolja, ki sodeluje s simulatorjem.	Lectures provide theoretical backgrounds and basic reasoning supported by illustrative examples. Tutorials adds more examples and focus on improvement of analytical skills of students. Both methods are supported by a web based linear system simulator allowing hands-on learning and voluntary student's work at home. It covers analyzable examples of linear systems in terms of system response. Signal representations on different domains are supported by web based Jupyter Python system.

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

Način: Tihe vaje, ustni izpit, pisni izpit Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Prispevki k oceni: Tihe vaje Pisni izpit Ustni izpit		Type: Short writen exams, oral exam, written exam Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Contributions to final grade: Short exams Written exam Oral exam
Tihe vaje	0,00 %	Short exams
Pisni izpit	50,00 %	Written exam
Ustni izpit	50,00 %	Oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KOVAČ, Uroš, KOŠIR, Andrej. Fast estimation of the non-stationary amplitude of a harmonically distorted signal using a Kalman filter. Metrol. Syst. Pomiarowe, 2013, str. 27-42.
2. PERKON, Igor, KOŠIR, Andrej, ITSKOV, Pavel M., TASIČ, Jurij F., DIAMOND, Mathew. Unsupervised quantification of whisking and head movement in freely moving rodents. Journal of neurophysiology, 2011, str. 1950-196
3. PESKO, Marko, JAVORNIK, Tomaž, VIDMAR, Luka, KOŠIR, Andrej, ŠTULAR, Mitja, MOHORČIČ, Mihael. The indirect self-tuning method for constructing radio environment map using omnidirectional or directional transmitter antenna. EURASIP Journal on wireless communications and networking, 2015, str. 1 – 12.
4. KOŠIR, Andrej, MUJČIĆ, Aljo, SULJANOVIĆ, Nermin, TASIČ, Jurij F. Noise variance estimation based on measured maximums of sampled subsets. Math. comput. Simul, 2004, str. 629-639.
5. VODLAN, Tomaž, KOŠIR, Andrej. Using social signal of hesitation in multimedia content retrieval : Graphical analysis of selection traces in the matrix-factorization space of multimedia items. International journal of advanced computer science & applications, 2014, str. 1-26.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Vezja in signali v energetiki
Course title:	Circuits and Signals in Power Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Mehatronika (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64215

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Andrej Košir
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Definicija, lastnosti in omejitve strnjenega linearnega vezja, karakteristike idealnih elementov. Bazični električni signali: harmonični signal, enotina stopnica, enotin impulz in operacije na signalih. Topološki opis vezja, vpadna matrika, matrika oken grafa, vejna, zančna in vozliščna metoda postavljanja enačb vezja. Teorem o transformaciji virov, dualnost in Tellegenov teorem. Klasična analiza: sistemska diferencialna enačba in njena rešitev, začetni pogoji in interpretacija rešitve. Konvolucijska metoda. Izmenična analiza: kazalci, sistemska funkcija, imitančna in prevajalna funkcija, kompleksna moč , Tellegenov teorem in Bodejev diagram Enovhodna vezja: Théveninov in Nortonov dvopol, teorem o maksimalnem prenosu moči, resonanca. Dvovhodna vezja: teorem o recipročnosti, parametri dvovhodnih vezij, ekvivalentna vezja in združevanje. Vhodna impedanca, preslikave impedanc in impedančno prilagajanje, prevajalne lastnosti in prevajalna funkcija. Analiza s spektri: Signalni spektri, uporaba Fourierove trigonometrijske in eksponentne vrste in integrala pri analizi linearnih vezij. Laplaceova transformacija: Laplaceov transform, model vezja v domeni kompleksne frekvence, začetno stanje vezja, sistemska funkcija, analiza vezij z Laplaceovo transformacijo. Računanje inverzne transformacije.	Definition, characteristics and limitations of the built-linear circuits, the characteristics of ideal elements. Basic electrical signals: the harmonic signal, unit step, unit impulse and operations on signals. Topological circuit description, the incidence array, the array of graph windows, loop and nodal method of setting circuit equations. Theory of the source transformation, and Tellegen theorem. Classical Analysis: System differential equation and its solution, initial conditions and interpretation solutions. Convolution. AC analysis: indicators, system function, imitance and transfer function, complex power, Tellegen theorem and Bode plot Single input circuits, Thevenin and Norton equivalent circuit, theorem of maximum power transmission, resonance. Two port circuits: the reciprocity theorem, the parameters of port circuits, the equivalent circuit and integration. The input impedance, impedance mapping and impedance adaptation, conductivity and transfer function. Spectral analysis: Signal spectrum, using Fourier trigonometric and exponential type and integral in the analysis of linear circuits. Laplace transform: Laplace transform, circuit model in the complex frequency domain, the initial state of the

	circuit, system function, circuit analysis with Laplace transform. Calculating the inverse transformation.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. P. Lahti: Linear Systems and Signals, Oxford university press, 2005
2. P. D. Cha, J. I. Molinder: Fundamentals of Signals and Systems, Cambridge university press, 2006
3. J. Mlakar: Linearna vezja in signali, Založba FE in FRI, 2002
4. A. Košir: Linearna vezja in signali, zbirka rešenih vaj, Založba FE in FRI, 2005.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je podati znanje o linearnih vezjih in sistemih, vključno s povezovanjem signalnih domen in analiz linearnih sistemov. Študent spozna temeljnega znanja o strnjenih električnih vezjih in analizah linearnih električnih vezij in linearnih sistemov. Spozna predstavitve, komponiranja in analize zveznih signalov vključno s spektri in Laplaceovo transformacijo. Spoznavanje sistemskih vidikov in temeljna znanj ter razumevanj analize linearnih sistemov in izbranih fenomenov v linearnih sistemih, povezanih z elektroenergetiko in mehatroniko.	The objective of the course is to familiarize students with basics of time continuous linear circuits and systems including the relationship of signal representation domain and type of system analysis. Basic understanding of linear circuits and systems. Understanding of the relationship between continuous time signal representations and linear system analysis. Recognition of a system type according to types of their components. Recognition and understanding of selected phenomena in linear systems in terms of power systems and mechatronics.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Študent bo po opravljenem modulu zmožen: • Klasificirati sistem glede na linearnost, časovno invariantnost in vzročnost; • Izbrati in uporabiti predstavitev signalov; • Uporabiti osnovne operacije na signalih; • Analizirati odzive sistema v smislu prehodnih pojavov in stacionarnih stanj ter lastnih odzivov; • Izbrati metodo analize sistema na podlagi tipa vhodnega signala; • Opraviti kompleksne analize signalov ter njihovih odzivov, kot so izračun amplitudnega ter faznega spektra; • Opraviti harmonično analizo linearnega sistema vključno z dvopoli in četveropoli.	After completing this course the student will be able to: • Classify system according to linearity, time invariance and causality; • Perfrom basic operations on signals; • Analyse system response in terms of transients and stationary states, and in terms of zero-input response; • Select the analysis method based on the input signal type; • Perform complex signal analysis, including amplitude and phase spectrum calculation; • Perform harmonic analysis of the system including one-port and two port circuits; • Replace complex two-port circuits with simplified two-port circuits with correctly calculated parameters.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja podajajo teoretične osnove in osnovne načine sklepanja, ki so redno podkrepljeni s primeri. Avditorne vaje podajajo več primerov z namenom izboljšanja analitičnih spretnosti in osvetljevanja dodatnih vidikov. Oba procesa sta podprta z uporabo odprtega spletnega simulatorja vezij, ki omogoča prikaze v predavalnici in prostovoljno konstruktivno delo študentov doma. Gre za pokrivanje obvladljivih primerov linearnih sistemov v smislu odziva na dano vzbujanje. Reprezentacije signalov v različnih domenah so podprte z uporabo Jupyter Python okolja, ki sodeluje s simulatorjem.	Lectures provide theoretical backgrounds and basic reasoning supported by illustrative examples. Tutorials adds more examples and focus on improvement of analytical skills of students. Both methods are supported by a web based linear system simulator allowing hands-on learning and voluntary student's work at home. It covers analyzable examples of linear systems in terms of system response. Signal representations on different domains are supported by web based Jupyter Python system.

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

Način: Tihe vaje, ustni izpit, pisni izpit Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Prispevki k oceni: Tihe vaje Pisni izpit Ustni izpit		Type: Short writen exams, oral exam, written exam Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Contributions to final grade: Short exams Written exam Oral exam
Tihe vaje	0,00 %	Short exams
Pisni izpit	50,00 %	Written exam
Ustni izpit	50,00 %	Oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KOVAČ, Uroš, KOŠIR, Andrej. Fast estimation of the non-stationary amplitude of a harmonically distorted signal using a Kalman filter. Metrol. Syst. Pomiarowe, 2013, str. 27-42.
2. PERKON, Igor, KOŠIR, Andrej, ITSKOV, Pavel M., TASIČ, Jurij F., DIAMOND, Mathew. Unsupervised quantification of whisking and head movement in freely moving rodents. Journal of neurophysiology, 2011, str. 1950-196
3. PESKO, Marko, JAVORNIK, Tomaž, VIDMAR, Luka, KOŠIR, Andrej, ŠTULAR, Mitja, MOHORČIČ, Mihael. The indirect self-tuning method for constructing radio environment map using omnidirectional or directional transmitter antenna. EURASIP Journal on wireless communications and networking, 2015, str. 1 – 12.
4. KOŠIR, Andrej, MUJČIĆ, Aljo, SULJANOVIĆ, Nermin, TASIČ, Jurij F. Noise variance estimation based on measured maximums of sampled subsets. Math. comput. Simul, 2004, str. 629-639.
5. VODLAN, Tomaž, KOŠIR, Andrej. Using social signal of hesitation in multimedia content retrieval : Graphical analysis of selection traces in the matrix-factorization space of multimedia items. International journal of advanced computer science & applications, 2014, str. 1-26.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Vezja in signali v energetiki
Course title:	Circuits and Signals in Power Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64215E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Andrej Košir
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Definicija, lastnosti in omejitve strnjenega linearnega vezja, karakteristike idealnih elementov. Bazični električni signali: harmonični signal, enotina stopnica, enotin impulz in operacije na signalih. Topološki opis vezja, vpadna matrika, matrika oken grafa, vejna, zančna in vozliščna metoda postavljanja enačb vezja. Teorem o transformaciji virov, dualnost in Tellegenov teorem. Klasična analiza: sistemska diferencialna enačba in njena rešitev, začetni pogoji in interpretacija rešitve. Konvolucijska metoda. Izmenična analiza: kazalci, sistemska funkcija, imitančna in prevajalna funkcija, kompleksna moč , Tellegenov teorem in Bodejev diagram Enovhodna vezja: Théveninov in Nortonov dvopol, teorem o maksimalnem prenosu moči, resonanca. Dvovhodna vezja: teorem o recipročnosti, parametri dvovhodnih vezij, ekvivalentna vezja in združevanje. Vhodna impedanca, preslikave impedanc in impedančno prilagajanje, prevajalne lastnosti in prevajalna funkcija. Analiza s spektri: Signalni spektri, uporaba Fourierove trigonometrijske in eksponentne vrste in integrala pri analizi linearnih vezij. Laplaceova transformacija: Laplaceov transform, model vezja v domeni kompleksne frekvence, začetno stanje vezja, sistemska funkcija, analiza vezij z Laplaceovo transformacijo. Računanje inverzne transformacije.	Definition, characteristics and limitations of the built-linear circuits, the characteristics of ideal elements. Basic electrical signals: the harmonic signal, unit step, unit impulse and operations on signals. Topological circuit description, the incidence array, the array of graph windows, loop and nodal method of setting circuit equations. Theory of the source transformation, and Tellegen theorem. Classical Analysis: System differential equation and its solution, initial conditions and interpretation solutions. Convolution. AC analysis: indicators, system function, imitance and transfer function, complex power, Tellegen theorem and Bode plot Single input circuits, Thevenin and Norton equivalent circuit, theorem of maximum power transmission, resonance. Two port circuits: the reciprocity theorem, the parameters of port circuits, the equivalent circuit and integration. The input impedance, impedance mapping and impedance adaptation, conductivity and transfer function. Spectral analysis: Signal spectrum, using Fourier trigonometric and exponential type and integral in the analysis of linear circuits. Laplace transform: Laplace transform, circuit model in the complex frequency domain, the initial state of the

	circuit, system function, circuit analysis with Laplace transform. Calculating the inverse transformation.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. P. Lahti: Linear Systems and Signals, Oxford university press, 2005
2. P. D. Cha, J. I. Molinder: Fundamentals of Signals and Systems, Cambridge university press, 2006
3. J. Mlakar: Linearna vezja in signali, Založba FE in FRI, 2002
4. A. Košir: Linearna vezja in signali, zbirka rešenih vaj, Založba FE in FRI, 2005.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je podati znanje o linearnih vezjih in sistemih, vključno s povezovanjem signalnih domen in analiz linearnih sistemov. Študent spozna temeljnega znanja o strnjenih električnih vezjih in analizah linearnih električnih vezij in linearnih sistemov. Spozna predstavitve, komponiranja in analize zveznih signalov vključno s spektri in Laplaceovo transformacijo. Spoznavanje sistemskih vidikov in temeljna znanj ter razumevanj analize linearnih sistemov in izbranih fenomenov v linearnih sistemih, povezanih z elektroenergetiko in mehatroniko.	The objective of the course is to familiarize students with basics of time continuous linear circuits and systems including the relationship of signal representation domain and type of system analysis. Basic understanding of linear circuits and systems. Understanding of the relationship between continuous time signal representations and linear system analysis. Recognition of a system type according to types of their components. Recognition and understanding of selected phenomena in linear systems in terms of power systems and mechatronics.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Študent bo po opravljenem modulu zmožen: • Klasificirati sistem glede na linearnost, časovno invariantnost in vzročnost; • Izbrati in uporabiti predstavitev signalov; • Uporabiti osnovne operacije na signalih; • Analizirati odzive sistema v smislu prehodnih pojavov in stacionarnih stanj ter lastnih odzivov; • Izbrati metodo analize sistema na podlagi tipa vhodnega signala; • Opraviti kompleksne analize signalov ter njihovih odzivov, kot so izračun amplitudnega ter faznega spektra; • Opraviti harmonično analizo linearnega sistema vključno z dvopoli in četveropoli.	After completing this course the student will be able to: • Classify system according to linearity, time invariance and causality; • Perfrom basic operations on signals; • Analyse system response in terms of transients and stationary states, and in terms of zero-input response; • Select the analysis method based on the input signal type; • Perform complex signal analysis, including amplitude and phase spectrum calculation; • Perform harmonic analysis of the system including one-port and two port circuits; • Replace complex two-port circuits with simplified two-port circuits with correctly calculated parameters.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja podajajo teoretične osnove in osnovne načine sklepanja, ki so redno podkrepljeni s primeri. Avditorne vaje podajajo več primerov z namenom izboljšanja analitičnih spretnosti in osvetljevanja dodatnih vidikov. Oba procesa sta podprta z uporabo odprtega spletnega simulatorja vezij, ki omogoča prikaze v predavalnici in prostovoljno konstruktivno delo študentov doma. Gre za pokrivanje obvladljivih primerov linearnih sistemov v smislu odziva na dano vzbujanje. Reprezentacije signalov v različnih domenah so podprte z uporabo Jupyter Python okolja, ki sodeluje s simulatorjem.	Lectures provide theoretical backgrounds and basic reasoning supported by illustrative examples. Tutorials adds more examples and focus on improvement of analytical skills of students. Both methods are supported by a web based linear system simulator allowing hands-on learning and voluntary student's work at home. It covers analyzable examples of linear systems in terms of system response. Signal representations on different domains are supported by web based Jupyter Python system.

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

Način: Tihe vaje, ustni izpit, pisni izpit Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Prispevki k oceni: Tihe vaje Pisni izpit Ustni izpit		Type: Short writen exams, oral exam, written exam Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Contributions to final grade: Short exams Written exam Oral exam
Tihe vaje	0,00 %	Short exams
Pisni izpit	50,00 %	Written exam
Ustni izpit	50,00 %	Oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KOVAČ, Uroš, KOŠIR, Andrej. Fast estimation of the non-stationary amplitude of a harmonically distorted signal using a Kalman filter. Metrol. Syst. Pomiarowe, 2013, str. 27-42.
2. PERKON, Igor, KOŠIR, Andrej, ITSKOV, Pavel M., TASIČ, Jurij F., DIAMOND, Mathew. Unsupervised quantification of whisking and head movement in freely moving rodents. Journal of neurophysiology, 2011, str. 1950-196
3. PESKO, Marko, JAVORNIK, Tomaž, VIDMAR, Luka, KOŠIR, Andrej, ŠTULAR, Mitja, MOHORČIČ, Mihael. The indirect self-tuning method for constructing radio environment map using omnidirectional or directional transmitter antenna. EURASIP Journal on wireless communications and networking, 2015, str. 1 – 12.
4. KOŠIR, Andrej, MUJČIĆ, Aljo, SULJANOVIĆ, Nermin, TASIČ, Jurij F. Noise variance estimation based on measured maximums of sampled subsets. Math. comput. Simul, 2004, str. 629-639.
5. VODLAN, Tomaž, KOŠIR, Andrej. Using social signal of hesitation in multimedia content retrieval : Graphical analysis of selection traces in the matrix-factorization space of multimedia items. International journal of advanced computer science & applications, 2014, str. 1-26.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Vezja pri visokih frekvencah
Course title:	High-Frequency Circuits

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64308

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Drago Strle

Vrsta predmeta/Course type: Izbirni-splošni /elective general

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta	Enrolment in the year of the course

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
1. Uvod: spektri, področja, električne dimenzije, tehnologije, načrt dela. 2. Visokofrekvenčni sistemi: WLAN, GSM, GPS, Senzorji, VF Biomedicinske naprave, Reziskovalne naprave (NMR), skupni VF moduli. 3. Kratka ponovitev teoretičnih osnov: valovanje, linije, abstraktni modeli (S in X parametri), impedančne matrike, ABCD matrike, Smithov diagram, ubiranje, Modeliranje, CAD orodja in simulacije, meritve. 4. Načrtovanje visokofrekvenčnih gradnikov: Modeliranje, CAD orodja, simulacije, načrtovanje aktivnih in pasivnih VF vezji, digitalna vezja pri visokih frekvencah, VF meritve. 5. Osnove elektromagnetne združljivosti: osnovni pojmi, odpravljanje motenj, zaščita pred motnjami, zagotavljanje elektromagnetne združljivosti, meritve, orodja za načrtovanje.	1. Introduction: spectrums, ranges, electrical dimensions, technologies, plan of attack 2. RF systems: WLAN, GSM, GPS, Sensors, RF Biomedical systems, research equipment (NMR), common RF modules. 3. Short introduction to theory basics: waves, lines, abstract models, S and X parameters, impedance and admittance matrices, ABCD matrix, Smith chart, tuning, modelling, CAD tools, RF simulations, RF measurements. 4. Design of RF modules: Modelling, CAD tools, simulations, design of passive and active RF circuits, digital circuits at high frequencies, measurements at high frequencies. 5. Basics of electromagnetic compatibility: Introduction, suppressing EMC emission, protection against EMC interference, EMC compatibility, measurements, CAD tools.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. M. Steer, Microwave and RF design, A systems approach, SciTech publishing, 2013.
2. G. B. Roberto Sorentino, Microwave and RF Engineering, New York: Wiley, 2010.
3. D. M. Pozar, Microwave engineering, Wiley, 2012.
4. B. Razavi, RF microelectronics, New York: Pearson international, 2012.
5. R. C. Paul, Electromagnetic compatibility, Wiley, 1992.
6. Kostevc, D. Poglavja iz mikrovalov, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2005

7. Kopije prosojnic predavanj in navodila za laboratorijske vaje/Copies of lecture slides and instructions for laboratory exercises 8. http://lmfe.fe.uni-lj.si/predmeti-vsi/vezja-pri-visokih-frekvencah/	

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Razumevanje in uporaba specifičnih elementov vezji in sistemov za visoke frekvence ter uporabe specifičnih metod analize, sinteze ter načrtovanja z uporabo CAD načrtovalskih orodji in meritev visokofrekvenčnih vezji in sistemov. Poleg tega se bodo študentje sposobni analizirati karakteristike nekaterih VF vezji in sistemov in bili sposobni uporabiti osnovne koncepte elektromagnetne združljivosti.	Understanding and the use of specific elements of RF circuits and systems, and specific methods of analysis, synthesis, and design using CAD tools, for the design of high frequency circuits and systems. In addition, the students will be able to analyze and use the basic characteristics of the HF circuits and systems and use the basic concepts of Electromagnetic compatibility.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: • Razumeti delovanje visokofrekvenčnih vezji in sistemov ter identificirati gradnike s podobnimi karakteristikami, • Uporabiti teorijo linij pri načrtovanju vezji pri visokih frekvencah, • Uporabiti Smithov diagram ter teorijo za prilagajanje elementov pri visokih frekvencah, • Načrtovati preprosta vezja, ki delujejo na visokih frekvencah, • Uporabe malosignalnih linearnih in nelinearnih parametrov pri analizi in sintezi vezji pri visokih frekvencah, • Uporabe teorije grafov pri reševanju in analizi vezji pri visokih frekvencah, • Načrtovati preproste pasivne in aktivne gradnike, • Uporabe modernih CAD orodji pri analizi in sintezi vezji pri visokih frekvencah, • Razumeti vpliv signalov visokih frekvenc na obnašanje vezji.	After successful completion of the course, the students should be able to: • Understand the operation of high frequency circuits and systems and identifying common modules • Use of the theory of transmission lines designing high frequency circuits, • Use of the Smith Chart and the theory of matching elements and circuits at high frequencies, • Design of simple circuits, which operate at high frequencies, • The use of small signal linear and nonlinear parameters at analysis, synthesis and design of high frequency circuits, • The use of signalflow-graphs during analysis and design of high frequency circuits • Design of simple passive and active circuits • The use of modern CAD tools during analysis, synthesis and design of HF circuits • Understanding of the influence of HF signals to electronic circuits.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in laboratorijske vaje sestavljene iz dveh delov: uporaba CAD orodji pri načrtovanju realnih VF vezji ter meritve VF vezji in sistemov.	Lectures and laboratory work composed of two parts: the use of CAD tools for design of RF circuits and specific measurements of RF circuits and systems.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Ocenjevalna lestvica 5-10 (6-10 pozitivno, 5 negativno) Pozitivna ocena lab. vaj je pogoj za pristop k pisnemu izpitu Prispevki k oceni: pisni izpit, ustno izpraševanje, laboratorijske vaje domače naloge in projekt		Grading scale 5-10 (6-10 positive, 5 negative) Positive grade of laboratory exercises is a prerequisite for admission to the written exam. Contributions to final grade: written and oral exam laboratory work homework and project
pisni izpit, ustno izpraševanje	60,00 %	written and oral exam
laboratorijske vaje	25,00 %	laboratory work
domače naloge in projekt	15,00 %	homework and project

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. STRLE, Drago, NAHTIGAL, Uroš, BATISTELL, Graciele, ZHANG, Vincent Chi, OFNER, Erwin, FANT, Andrea, STURM, Johannes. Integrated high resolution digital color light sensor in 130 nm CMOS technology. *Sensors*, ISSN 1424-8220, Jul. 2015, vol. 15, no. 7, pp. 17786-17807.

2. STRLE, Drago, ŠTEFANE, Bogdan, NAHTIGAL, Uroš, ZUPANIČ, Erik, POŽGAN, Franc, KVASIĆ, Ivan, MAČEK, Marijan, TRONTELJ, Janez, MUŠEVIČ, Igor. Surface-functionalized COMB capacitive sensors and CMOS electronics for vapor trace detection of explosives. *IEEE sensors journal*, ISSN 1530-437X. May 2012, vol. 12, no. 5, pp. 1048-1057.
3. GREGOROVIČ, Alan, APIH, Tomaž, KVASIĆ, Ivan, LUŽNIK, Janko, PIRNAT, Janez, TRONTELJ, Zvonko, STRLE, Drago, MUŠEVIČ, Igor. Capacitor-based detection of nuclear magnetization: Nuclear quadrupole resonance of surfaces. *Journal of magnetic resonance*, ISSN 1090-7807, 2011, vol. 209, no. 1, pp. 79-82.
4. STRLE, Drago, KEMPE, Volker. MEMS-based inertial systems. *Informacije MIDEM*, ISSN 0352-9045, Dec. 2007, year. 37, no. 4, pp. 199-209.
5. KOSELJ, Jure, STRLE, Drago. Electromagnetic compatibility in integrated circuits: a review. *Informacije MIDEM*, ISSN 0352-9045, Mar. 2009, year. 39, no. 1, pp. 16-21.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Vgradni sistemi
Course title:	Embedded Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Avtomatika in informatika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64202

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Janez Perš
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod, bistvene arhitekturne lastnosti vgradnih sistemov, napredni vgradni sistemi, področja in primeri uporabe. Koncepti operacijskih sistemov (OS). OS v realnem času. OS za vgradne sisteme. Linux, pregled sistemskih klicev in funkcij. Upravljanje procesov/opravil, večopravilnost, večnitnost. Upravljanje pomnilnika. Razvrščanje procesov/opravil. Sistemski klici in funkcije za upravljanje procesov/niti. Primeri v programskem jeziku C/C++. Medprocesne komunikacije, kritično področje, sinhronizacija, semaforji, signali, deljen pomnilnik, cevi, sporočila. Sinhronizacija niti. Sistemski klici in funkcije, s primeri v programskem jeziku C/C++. Koncepti komunikacijskih omrežij, ISO OSI, TCP/IP, protokoli in storitve. Model odjemalec strežnik. Programski vmesnik komunikacijskih vtičnic s primeri v jeziku C/C++. Čas in upravljanje časa. Časovniki. Sistemi v realnem času. Razvrščanje v sistemih realnega časa. Primeri v jeziku C/C++. Večprocesorski sistemi, oblike paralelizmov, pohitritev, učinkovitost, načrtovanje paralelnih/porazdeljenih algoritmov in programov.	Introduction, embedded systems architectures, advanced embedded systems, application domains, and a few examples. Operating systems (OS) concepts, real-time OS, embedded OS. Linux, system calls and functions overview. Processes, multi-tasking, multi-threading. Memory management. Scheduling. System calls for process/thread control. Examples in C/C++. Inter-process communications (IPC), critical section, synchronization, semaphores, signals, shared memory, pipes, and messages. Thread synchronization. System calls for IPC. Examples in C/C++. Principles of computer networks, ISO OSI and TCP/IP. Client-server model. Sockets API, examples in C/C++. Time management. Timers. Real-time (RT) systems. Scheduling in RT systems. Examples in C/C++. Multi-processor systems, parallelisms, speed-up, efficiency. Selected topics in parallel/distributed systems design.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. M. Kerrisk, The Linux Programming Interface, No Starch Press, Inc., 2010.

2. R. Stevens, S. Rago, Advanced programming in the UNIX environment, 3rd Ed., Addison Wesley, 2013.
3. Vgradni sistemi, Študijsko gradivo izvajalcev predmeta (Embedded systems: course material written by the lecturers), navodila za vaje (lab assignment instructions).

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Razumevanje osnovnih načel ter uporaba sodobnih tehnologij in rešitev v naprednejših vgradnih sistemih za avtomatiko in robotiko.	To understand fundamental concepts and to be able to apply modern solutions and technologies to embedded systems for automation/robotics.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu bi naj bili študenti zmožni: • Definirati osnovna načela operacijskih sistemov za vgradne, realnočasovne sisteme v avtomatiki in robotiki. • Poiskati problemu primerne rešitve za medprocesno komunikacijo v vgradnih sistemih • Uporabiti problemu primerna orodja, ki jih ponuja operacijskih sistem za kontrolo procesov v vgradnih sistemih • Izdelati programsko opremo za vgradne sisteme, temelječe na operacijskih sistemih. • Izdelati preprosto komponento operacijskega sistema, ki deluje v načinu jedra (preprost modul jedra v OS Linux) • Izbrati ter svetovati prave in primerne rešitve na podlagi vgradnih sistemov za konkretne probleme iz avtomatike in robotike	After successful completion of the course, the students should be able to: • Define basic embedded system concepts and solutions for real-time embedded systems in automation and robotics. • Find appropriate solutions for inter-process communication in embedded systems • Use appropriate operating system tools for process control in embedded systems • Develop the software for operating system based embedded systems. • Implement simple operating system component that runs in kernel space (simple kernel module in Linux OS) • Choose and recommend appropriate embedded solutions for real life problems in automation and robotics.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s praktičnimi prikazi na Linuxu. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj. Te so zasnovane v obliki večih programerskih nalog, v katerih se študentje postopoma seznanjajo s posameznimi elementi modernih operacijskih sistemov na konkretnem primeru Linuxa. Skupino na vajah sestavljata dva ali trije študentje, rezultati pa so v obliki programske kode v jeziku C/C++ za izbrano vgradno platformo. Po vsakem delu vaj študentje predstavijo svoje rezultate asistentu.	The lectures provide a theoretical background on particular subjects together with practical examples on Linux OS. Practical work is being performed as the part of laboratory exercises, and is accomplished in the form of multiple programming assignments, acquainting students with individual elements of the modern operating systems, in this particular example, Linux. Students work in groups, consisting of two or three students, and the results are in the form of C/C++ source code for the selected embedded platform. After completing each part, students present their results to the assistant.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit prisotnost na predavanjih		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination attendance at the lectures
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	30,00 %	written exam
ustni izpit	20,00 %	oral examination
prisotnost na predavanjih	10,00 %	attendance at the lectures

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KRISTAN, Matej, SULIĆ KENK, Vildana, KOVAČIČ, Stanislav, PERŠ, Janez. Fast image-based obstacle detection from unmanned surface vehicles. *IEEE transactions on cybernetics*, ISSN 2168-2267, Mar. 2016, vol. 46, no. 3, pp. 641-654.
2. SULIĆ KENK, Vildana, MANDELJC, Rok, KOVAČIČ, Stanislav, KRISTAN, Matej, HAJDINJAK, Melita, PERŠ, Janez. Visual re-identification across large, distributed camera networks. *Image and vision computing*, ISSN 0262-8856, Feb. 2015, vol. 34, pp. 11-26.
3. MUROVEC, Boštjan, PERŠ, Janez, MANDELJC, Rok, SULIĆ KENK, Vildana, KOVAČIČ, Stanislav. Towards commoditized smart-camera design. *Journal of Systems Architecture*, ISSN 1383-7621, Nov. 2013, no. 10, part A, pp. 847-858.
4. SULIĆ, Vildana, PERŠ, Janez, KRISTAN, Matej, KOVAČIČ, Stanislav. Efficient feature distribution for object matching in visual-sensor networks. *IEEE transactions on circuits and systems for video technology*, ISSN 1051-8215, Jul. 2011, vol. 21, no. 7, pp. 903-916.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Vodenje robotov
Course title:	Robot Control

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Robotika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64236

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		45			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Matjaž Mihelj

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Celotna vsebina je razdeljena v tri večje podsklope: • vodenje odprtih kinematičnih verig (robotski senzorji, vodenje v notranjih koordinatah in vodenje v zunanjih koordinatah), • vodenje zaprtih kinematičnih verig na osnovi sile interakcije (merjenje sil in navorov, impedančna regulacija sile, direktna regulacija sile) in • vodenje na osnovi robotskega vida (senzor robotskega vida, izračunavanje lege, vodenje na osnovi izračunane lege in slike kamere).	The entire content is divided into three major topics: - Control of open kinematic chains (robotic sensors, joint space control and operational space control) - Control of closed kinematic chains based on interaction forces (measurement of forces and torques, impedance control, direct force control) and - Visual servoing (robot vision sensor, pose computation, computed pose based control and image based control).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. MIHELJ, Matjaž, BAJD, Tadej, MUNIH, Marko. Vodenje robotov. Ljubljana: Založba FE in FRI, 201
2. SICILIANO Bruno, SCIAVICCO, Lorenzo, VILLANI, Luigi, ORIOLO, Giuseppe.: Robotics - Modelling, Planning and Control, Springer 2009.
3. CRAIG, J. John: Introduction to Robotics - Mechanics and Control, Pearson, Prentice Hall, 2005
4. SPONG, W. Mark, HUTCHINSON, Seth, VIDYASAGAR, Mathukumalli: Robot Modeling and Control, John Wiley&Sons, Inc., 2006

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
(a) Spoznati teoretične osnove vodenja odprtih in zaprtih kinematičnih verig ter vodenja na osnovi robotskega vida. (b) Preveriti lastnosti izbranih shem vodenja na realnih sodobnih mehanizmih v laboratoriju.	(a) To understand theoretical basis of control of open and closed kinematic chains and visual servoing. (b) Validation of properties of the chosen control schemes on real robot mechanisms in the Laboratory of robotics. (c) Integration of knowledge gained in courses

(c) Združitev znanj Osnov robotike, Kinematike in dinamike robotov, ter vsebine tega predmeta v funkcionalen mehatronski sistem.	Introduction to robotics, Kinematics and dynamics of robots and Robot control in functional mechatronic system.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - zasnovati vodenje odprtih in zaprtih kinematičnih verig, - sintetizirati vodenje z uporabo robotskega vida, - analizirati parametre regulacijskih sistemov, ki vplivajo na stabilnost, - integrirati relacije kinematike, diferencialne kinematike, statike in dinamike v namene vodenja industrijskih mehanizmov, haptičnih robotov ter pri vodenju drugih mehanskih sistemov, - izbrati ustrezen pristop in kompleksnost vodenja glede na konkreten mehanizem in predvidene naloge, - reševati specifičen primer robotske naloge s sodelovanjem v delovni skupini.	After successful completion of the course, students should be able to: - design robot control methods for open and closed kinematic chains, - synthesize robot control based on visual servoing, - analyze parameters of the control system that affect stability, - integrate knowledge of kinematics, differential kinematics, statics and dynamics for the purposes of controlling industrial robots, haptic interfaces and other mechanical systems, - select the right approach and the complexity of control method for the specific mechanism and planned task, - solve a specific robot control problem within a workgroup.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijsko delo v manjših skupinah, reševanje kompleksnejše nalog vodenja robota. Praktične vaje potekajo na večjem številu sodobnih industrijskih in drugih robotov, dodatno opremljenih s senzorji sil. Študenti imajo na voljo učbenik Vodenje robotov z vsebino predmeta. Vabljeni so gostujoči predavatelji iz slovenske industrije. Pri predmetu je posebna pozornost posvečena varnosti pri delu z roboti.	Lectures, laboratory work in small groups, complex robot control problem solving. Practical exercises take place on a number of modern industrial and other robots equipped with additional force sensors. The students have a textbook “Vodenje robotov” or equivalent English textbook with course content. Invited are guest speakers from the Slovenian industry. In this course, special attention is paid to safety.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Zahtevana je obvezna prisotnost pri praktičnih vajah. Študent lahko opravičeno izostane največ od ene vaje. Študent na koncu semestra zagovarja svoj projekt. Pisni izpit obsega reševanje primerov ter teoretična vprašanja iz posameznih poglavij. Študent opravlja tudi ustni izpit, kjer so vprašanja postavljena predvsem na osnovi odgovorov pismenega izpita. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Mandatory presence at practical courses. Student can justifiably miss maximally one practical course time slot. Students defend their project at the end of semester. Written exam is based on problem solving as well as theoretical questions related to course topics. Oral exam is based primarily on the basis of answers in the written exam. Contributions to the final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MIHELJ, Matjaž, BAJD, Tadej, MUNIH, Marko. Vodenje robotov. Ljubljana: Založba FE in FRI, 201
2. MIHELJ, Matjaž, PODOBNIK, Janez. Haptics for virtual reality and teleoperation, Springer, 201
3. KOENIG, Alexander, NOVAK, Domen, OMLIN, Ximena, PULFER, Michael, PERREAULT, Eric, ZIMMERLI, Lukas, MIHELJ, Matjaž, RIENER, Robert. Real-time closed-loop control of cognitive load in neurological patients during

robot-assisted gait training. IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering, ISSN 1534-4320. [Print ed.], Aug. 2011, vol. 19, no. 4, str. 453-464.

4. 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. *Appl. opt.*, 2013, vol. 52, no. 12, str. 2750-2760.
5. ČINKELJ, Justin, KAMNIK, Roman, ČEPON, Peter, MIHELJ, Matjaž, MUNIH, Marko. Closed-loop control of hydraulic telescopic handler. *Autom. constr.*. 2010, vol. 19, no. 7, str. 954-963.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Vodenje sistemov
Course title:	Control systems

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektronika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64227

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Borut Zupančič
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni/Compulsory professional

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

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

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Uvod v vodenje sistemov: splošno, vrste, učinki, gradniki, celostni in sistemski pristop. Modeliranje: cilji, sistem, proces, model, simulacija, teoretično, eksperimentalno in kombinirano modeliranje, ciklični postopek modeliranja in simulacije, primeri: avtomobilsko vzmetenje, ogrevanje prostora, ekološki model žrtev in roparjev. Prikazi modelov v okolju Dymola-Modelica. Zapisi modelov: diferencialne enačbe, prenosne funkcije, bločni diagrami. Simulacija: osnovne metode (indirektni način, sim. prenosnih funkcij), vpeljava okolja Matlab-Simulink . Računalniško podprta analiza, modeliranje in simulacija. Analiza sistemov v časovnem prostoru: vpliv polov in ničel, proporcionalni, integrirni in diferencirni sistemi, stabilnost. Vodenje sistemov: odprtozančni sistem, zaprtozančni sistem, sledilno delovanje, regulacijsko delovanje, pokazatelji kvalitete reg. sistema, obravnava v delovni točki, ustaljeno stanje reg. sistemov, stabilnost. Regulacijski algoritmi: PID regulator, določevanje parametrov z nastavitvenimi pravili, optimiranje parametrov s pomočjo okolja Matlab, primerne cenilke, računalniška izvedba PID algoritma. Analiza in načrtovanje regulacijskih sistemov z diagramom lege korenov. Analiza in načrtovanje regulacijskih sistemov v frekvenčnem prostoru.	Introduction to control systems: general, types, effects, building elements, holistic and systemic approach. Modelling: objectives, system, process, simulation, theoretical, experimental and combined modelling, cyclic approach in modelling and simulation, examples: car suspension, room heating, pray and predator system. Presentation of models in Dymola-Modelica environment. Model descriptions: differential equations, transfer functions, block diagrams. Simulation: basic methods (indirect approach, transfer functions), description of Matlab-Simulink environment. Computer-aided analysis, modelling and simulation. Analysis of systems in the time domain: influence of poles and zeros, proportional, integral and differential systems, stability. Control systems: open-loop, closed loop system, tracking and regulating performance, control quality indicators, working point treatment, steady state analysis, stability. Control algorithms: PID algorithm, the determination of the parameters with setting rules, optimization of parameters by using the Matlab environment, suitable functions, computer implementation of the PID algorithm. Analysis and design of control systems with root locus diagram.

Analiza in načrtovanje regulacijskih sistemov v prostoru stanj.	Analysis and design of control systems in the frequency domain. Analysis and design of control systems in state space.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Osnovna/basic:

1. B. Zupančič, Vodenje sistemov, delovna verzija učbenika, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2017.
2. Gregor Klančar, Vodenje sistemov, Praktikum, delovna verzija gradiva za laboratorijske vaje, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2014.
3. S. Oblak, I. Škrjanc, Matlab s Simulinkom : priročnik za laboratorijske vaje, 1. izdaja, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2005.

Dodatna/additional:

1. B. Zupančič, Zvezni regulacijski sistemi del, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2010.
2. B. Zupančič, Zvezni regulacijski sistemi del, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2010.
3. B. Zupančič, Računalniška simulacija, delovna verzija učbenika za predmet Računalniška simulacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko , 2015.
4. B. Zupančič, Modelica, delovna verzija učbenika za predmet Računalniška simulacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko , 2015.
5. R. Karba, Modeliranje procesov, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1999.
6. S. Strmčnik, R.Hanus, Đ. Juričić, R. Karba, Z. Marinšek, D.Murray-Smith, H. Verbruggen, B. Zupančič, Celostni pristop k računalniškemu vodenju procesov, 1. izdaja, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1998.
7. R. C. Dorf, H. Bishop: Modern Control Systems, Pearson Education, Inc., Publishing As Pearson Prentice Hall, Tenth Edition, 2004.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Osnovni cilj je predstavitev avtomatike oz. vodenja sistemov na zanimiv način preko številnih primerov, z uporabo računalniških orodij in s praktičnim delom v dobro opremljenem laboratoriju. Pridobljene kompetence so naslednje: modeliranje in simulacija sistemov, ki se pojavljajo v avtomatiki, razumevanje principov povratne zanke, načrtovanje enostavnejšega PID vodenja in zahtevnejšega vodenja (kompenzacijske metode, regulator stanj, …), poznavanje najnaprednejših računalniških orodij za analizo sistemov, modeliranje, simulacijo in načrtovanje vodenja.	The basic objective is to present the control system's area in an interesting way through a number of cases, the use of computer tools and practical work in a well-equipped laboratory. Acquired skills are as follows: modelling and simulation of systems that occur in automation, understanding the principles of feedback loop, PID control and more advanced control approaches: compensation methods, the state space control , ...), presentation and usage of advanced software tools for system analysis, modelling, simulation and control design.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - razviti matematične modele enostavnejših procesov, tudi laboratorijskih modelnih naprav, - izbrati računalniško orodje za modeliranje, simulacijo in načrtovanje vodenja, - razviti simulacijske modele v okolju Matlab-Simulink in Dymola-Modelica, - uporabiti računalniška orodja Matlab-Simulink in Control Systems Toolbox za modeliranje, simulacijo in načrtovanje vodenja, - razviti več načinov vodenja (PID, regulator stanj, kompenzator) v simulacijskem okolju, - primerjati načine vodenja v simulacijskem okolju,	After successful completion of the course students should be able to: - develop mathematical models of simpler processes, including laboratory set-ups, - select a computer tool for modeling, simulation and control, - develop simulation models in the Matlab-Simulink and Dymola-Modelica environment, - use the Matlab-Simulink and Control Systems Toolbox tools for modeling, simulation and control, - develop several control algorithms (PID, state controller, compensator) in a simulation environment, - apply the methods of control in the simulation environment,

- načrtati računalniško vodenje realnih naprav, npr. laboratorijskih modelnih naprav, - izdelati vodenje realnega procesa z mikrokrmilnikom Arduino.	- design a computer control of a real plant, e.g. laboratory set-ups, - control a real process (laboratory set-up) with the Arduino microcontroller.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja (s številnimi primeri), laboratorijske vaje.	Lectures, laboratory exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Preverjanje znanja med predavanji Laboratorijske vaje Ustni izpit (pogoj za ustni izpit so pozitivno ocenjene lab. vaje) Ocenjuje se s 5 (negativno), 6-10 (pozitivno).		Laboratory work Written exam (successful completion of laboratory exercises required) Oral exam (positive grade of written exam required) Grading scale: 5 (negative), 6-10 (positive).
Laboratorijske vaje	40,00 %	Laboratory work
Ustni izpit (pogoj za ustni izpit so pozitivno ocenjene lab. vaje)	30,00 %	Oral exam (positive grade of written exam required)
Preverjanje znanja med predavanji	30,00 %	Written exam (successful completion of laboratory exercises required)

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ZUPANČIČ, Borut, SODJA, Anton. Computer-aided physical multi-domain modelling : some experiences from education and industrial applications. V: ALEXÍK, Mikuláš (ur.), ŠNOREK, Miroslav (ur.), CEPEK, Miroslav (ur.). EUROSIM 2010 : special issue, Simulation modelling practice and theory, Elsevier, ISSN 1569-190X, 2013, vol. 33, str. 45-67.
2. ZUPANČIČ, Borut, SODJA, Anton. Analysis and control design of thermal flows in buildings : efficient experimentation with a room model in Matlab-Modelica environment. V: 8th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, Cardiff, Wales. AL-BEGAIN, Khalid (ur.). *Eurosim 2013*. [et al.]: IEEE = Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2013, str. 155-160.
3. KARER, Gorazd, MUŠIČ, Gašper, ŠKRJANC, Igor, ZUPANČIČ, Borut. Feedforward control of a class of hybrid systems using an inverse model. V: 6th Vienna International Conference on Mathematical Modelling, February 11-13, 2009, Vienna, Austria. TROCH, Inge (ur.), BREITENECKER, Felix (ur.). *Transactions of IMACS*, (Mathematics and computers in simulation, ISSN 0378-4754, vol. 82, no. 3 (Nov. 2011)). Amsterdam [etc.]: Elsevier, 2011, str. 414-427.
4. SODJA, Anton, ZUPANČIČ, Borut. Modelling thermal processes in buildings using an object-oriented approach and Modelica. Simulation modelling practice and theory, ISSN 1569-190X, Jul. 2009, vol. 17, no. 6, str. 1143-1159.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Zaščita in vodenje EES
Course title:	Power System Protection and Control

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Elektroenergetika (smer)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64284

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Miloš Pantoš

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Sekundarni elektroenergetski sistem, lastnosti zaščitnega sistema, redundanca, osnovne karakteristike relejev, instrumentni transformatorji, zaščita generatorjev, zaščita transformatorjev, zaščita zbiralk, zaščita vodov, digitalna zaščita, sistemska zaščita. Elementi vodenja, podatkovna omrežja, obdelava podatkov, komunikacijske povezave, avtomatizacija v elektroenergetiki, regulacije v elektroenergetskem sistemu, funkcije vodenja (vodenje omrežja, vodenje proizvodnje, nadzor sigurnosti sistema, simulator, ostale funkcije vodenja), organizacija vodenja (nivoji vodenja, konfiguracija in struktura sistema vodenja, povezava s sistemom vzdrževanja), standardi in protokoli, oprema sistema vodenja.	Protection and control equipment in power systems, power system protection principles, redundancy, features of protective relays, current and voltage transformers, protection of generators, transformers, lines, numerical (digital) protection, wide area protection. Elements of power system control, databases, SCADA systems, communication, signal processing, automation of power systems, frequency and voltage regulation, control functions (network, production, consumption, reliability of supply, simulator, other control functions), control management (control levels – OSI model, configuration of control systems, control and maintenance), standards and protocols, control equipment.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Horowitz S.H., Phadke A.G., Power system relaying, J. Wiley & Sons, New York, 1992.
2. Ogorelec A., Gubina F., Osnove vodenja elektroenergetskega sistema, Založba FE, Ljubl,jana, 1981
3. Kundur P., Power System Stability and Control, McGraw-Hill, 1993
4. Anderson P. M., Fuad A. A., Power System Control and Stability, IEEE Press, New York, 1994
5. M. Pantoš et al., Zaščita elektroenergetskih sistemov, knjiga v pripravi.
6. M. Pantoš:et al., Vodenje elektroenergetskih sistemov, knjiga v pripravi.

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Študentje si bodo ustvarili celostno sliko o delovanju sekundarnih elektroenergetskih sistemov s poudarkom na sistemih zaščite in vodenja. Spoznali bodo osnovne fizikalne principe delovanja zaščitnih naprav, razvoj zaščitne tehnike in sistemov vodenja, avtomatizacije, načinov ščitenja posameznih elementov in delov elektroenergetskega sistema v okviru sistemske zaščite. Spoznali bodo vlogo instrumentnih transformatorjev, pomen redundance pri zaščiti, funkcije vodenja, vlogo in razvoj podatkovnih omrežij, obdelavo podatkov, komunikacijske povezave, standarde in protokole.	Students will become familiar with basic principles in the field of power system protection and control, basic physical principles of different phenomena in power systems, development of technologies in the field of protection and automation, protective solutions of different elements, wide area protection systems, the role of measurement transformers (current and voltage), protection redundancy, control functions, databases, signal processing, communication technologies, standards and protocols.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - razviti matematične modele za vse tipe kratkih stikov, ki se pojavljajo med obratovanjem elektroenergetskih sistemov, - opisati fizikalne pojave v napravah ob nastopu kratkih stikov, - interpretirati osnovne principe delovanja zaščit posameznih elementov in sklopa naprav ter sistemov vodenja, - koncipiranje in izvedba zaščitnih sistemov in sistemov vodenja in avtomatizacije v elektroenergetskih sistemih, - razložiti in nadgraditi v praksi funkcije vodenja elektroenergetskih sistemov.	After successful completion of the course, students should be able to: - develop mathematical models for all types of short circuits occurring during power system operation, - describe physical phenomena in devices during short circuit occurrence, - interpret basic principles of protection of individual devices or set of devices and control systems, - conceptualization and realization of protective and control systems and automation of power systems, - explain and upgrade automation and control function in the practice.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in vaje za utrjevanje pridobljenega znanja.	Lectures and exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

. TERZIJA, Vladimir, STANOJEVIĆ, Vladimir, PANTOŠ, Miloš. Overhead lines protection based on synchronized phasors technology, Proceedings of the 15th International Conference on Power System Protection - PSP 2006, Bled, Slovenia, September 6-8, 2006, str. 11-19.
2. GANTAR, Janez, VERBIČ, Gregor, PANTOŠ, Miloš. Tele frequency relay protection, Proceedings of the 15th International Conference on Power System Protection - PSP 2006, Bled, Slovenia, September 6-8, 2006, str. 123-127.
3. ŠMON, Ivan, PANTOŠ, Miloš, GUBINA, Ferdinand. An improved voltage-collapse protection algorithm based on local phasors. Electric power systems research, 2008, vol. 78, no. 3, str. 434-440.
4. PIRNAT, Blaž, PANTOŠ, Miloš. Comparison of basic protection algorithms, Proceedings of the 15th International Conference on Power System Protection - PSP 2006, Bled, Slovenia, September 6-8, 2006, str. 178-183.
5. VERBIČ, Gregor, PANTOŠ, Miloš, GANTAR, Janez. A novel principle for measuring overfrequency and frequency rate of change, Proceedings of the 15th International Conference on Power System Protection - PSP 2006, Bled, Slovenia, September 6-8, 2006, str. 184-189.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Zaščita in vodenje EES
Course title:	Power System Protection and Control

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Napredni elektroenergetski sistemi (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64284E

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Miloš Pantoš
Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni-strokovni /Compulsory professional

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik predmeta.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Sekundarni elektroenergetski sistem, lastnosti zaščitnega sistema, redundanca, osnovne karakteristike relejev, instrumentni transformatorji, zaščita generatorjev, zaščita transformatorjev, zaščita zbiralk, zaščita vodov, digitalna zaščita, sistemska zaščita. Elementi vodenja, podatkovna omrežja, obdelava podatkov, komunikacijske povezave, avtomatizacija v elektroenergetiki, regulacije v elektroenergetskem sistemu, funkcije vodenja (vodenje omrežja, vodenje proizvodnje, nadzor sigurnosti sistema, simulator, ostale funkcije vodenja), organizacija vodenja (nivoji vodenja, konfiguracija in struktura sistema vodenja, povezava s sistemom vzdrževanja), standardi in protokoli, oprema sistema vodenja.	Protection and control equipment in power systems, power system protection principles, redundancy, features of protective relays, current and voltage transformers, protection of generators, transformers, lines, numerical (digital) protection, wide area protection. Elements of power system control, databases, SCADA systems, communication, signal processing, automation of power systems, frequency and voltage regulation, control functions (network, production, consumption, reliability of supply, simulator, other control functions), control management (control levels – OSI model, configuration of control systems, control and maintenance), standards and protocols, control equipment.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Horowitz S.H., Phadke A.G., Power system relaying, J. Wiley & Sons, New York, 1992.
2. Ogorelec A., Gubina F., Osnove vodenja elektroenergetskega sistema, Založba FE, Ljubl,jana, 1981
3. Kundur P., Power System Stability and Control, McGraw-Hill, 1993
4. Anderson P. M., Fuad A. A., Power System Control and Stability, IEEE Press, New York, 1994
5. M. Pantoš et al., Zaščita elektroenergetskih sistemov, knjiga v pripravi.
6. M. Pantoš:et al., Vodenje elektroenergetskih sistemov, knjiga v pripravi.

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Študentje si bodo ustvarili celostno sliko o delovanju sekundarnih elektroenergetskih sistemov s poudarkom na sistemih zaščite in vodenja. Spoznali bodo osnovne fizikalne principe delovanja zaščitnih naprav, razvoj zaščitne tehnike in sistemov vodenja, avtomatizacije, načinov ščitenja posameznih elementov in delov elektroenergetskega sistema v okviru sistemske zaščite. Spoznali bodo vlogo instrumentnih transformatorjev, pomen redundance pri zaščiti, funkcije vodenja, vlogo in razvoj podatkovnih omrežij, obdelavo podatkov, komunikacijske povezave, standarde in protokole.	Students will become familiar with basic principles in the field of power system protection and control, basic physical principles of different phenomena in power systems, development of technologies in the field of protection and automation, protective solutions of different elements, wide area protection systems, the role of measurement transformers (current and voltage), protection redundancy, control functions, databases, signal processing, communication technologies, standards and protocols.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - razviti matematične modele za vse tipe kratkih stikov, ki se pojavljajo med obratovanjem elektroenergetskih sistemov, - opisati fizikalne pojave v napravah ob nastopu kratkih stikov, - interpretirati osnovne principe delovanja zaščit posameznih elementov in sklopa naprav ter sistemov vodenja, - koncipiranje in izvedba zaščitnih sistemov in sistemov vodenja in avtomatizacije v elektroenergetskih sistemih, - razložiti in nadgraditi v praksi funkcije vodenja elektroenergetskih sistemov.	After successful completion of the course, students should be able to: - develop mathematical models for all types of short circuits occurring during power system operation, - describe physical phenomena in devices during short circuit occurrence, - interpret basic principles of protection of individual devices or set of devices and control systems, - conceptualization and realization of protective and control systems and automation of power systems, - explain and upgrade automation and control function in the practice.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in vaje za utrjevanje pridobljenega znanja.	Lectures and exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises written exam oral examination
laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

. TERZIJA, Vladimir, STANOJEVIĆ, Vladimir, PANTOŠ, Miloš. Overhead lines protection based on synchronized phasors technology, Proceedings of the 15th International Conference on Power System Protection - PSP 2006, Bled, Slovenia, September 6-8, 2006, str. 11-19.
2. GANTAR, Janez, VERBIČ, Gregor, PANTOŠ, Miloš. Tele frequency relay protection, Proceedings of the 15th International Conference on Power System Protection - PSP 2006, Bled, Slovenia, September 6-8, 2006, str. 123-127.
3. ŠMON, Ivan, PANTOŠ, Miloš, GUBINA, Ferdinand. An improved voltage-collapse protection algorithm based on local phasors. Electric power systems research, 2008, vol. 78, no. 3, str. 434-440.
4. PIRNAT, Blaž, PANTOŠ, Miloš. Comparison of basic protection algorithms, Proceedings of the 15th International Conference on Power System Protection - PSP 2006, Bled, Slovenia, September 6-8, 2006, str. 178-183.
5. VERBIČ, Gregor, PANTOŠ, Miloš, GANTAR, Janez. A novel principle for measuring overfrequency and frequency rate of change, Proceedings of the 15th International Conference on Power System Protection - PSP 2006, Bled, Slovenia, September 6-8, 2006, str. 184-189.