

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Analiza sistemov
Course title:	Linear Systems Analysis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Avtomatika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64124
---	-------

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	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 year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
<p>Uvod. Razvrščanje sistemov. Predstavitev življenskega cikla sistema.</p> <p>Analiza sistemov v časovnem prostoru. Klasični pristop preko reševanja diferencialne enačbe. Prenosna funkcija. Analiza s pomočjo konvolucije. Stabilnost BIBO, Routhov kriterij.</p> <p>Analiza sistemov v frekvenčnem prostoru. Frekvenčna karakteristika. Bodejev diagram. Polarni diagram. Diagrami osnovnih členov.</p> <p>Obravnava zveznih sistemov v prostoru stanj. Zapis v prostoru stanj. Izbira spremenljivk stanj. Povezava med prenosno funkcijo in zapisom v prostoru stanj. Odziv linearnega časovno nespremenljivega sistema.</p> <p>Računanje matrike prehajanja stanj. Tirnice v prostoru stanj. Ravnotežne točke. Določevanje stabilnosti po metodi Ljapunova. Transformacije spremenljivk stanja. Kanonične oblike. Vodljivost in spoznavnost sistemov.</p> <p>Osnovni sistemski pristopi obravnave linearnih električnih vezij.</p> <p>Opazovalnik stanj. Osnovne sheme. Metode načrtovanja s predpisanimi poli. Načrtovanje preko spoznavnostne kanonične oblike. Ackermannova formula.</p> <p>Področja uporabe sistemsko teorije s primeri iz biomedicine, optike, tehnike, ekonomije, managementa, itd.</p>	<p>Introduction. What are systems? Classification of systems.</p> <p>Analysis of systems in the time domain. Linear differential equations. Solving linear differential equations. System transfer function. Convolution of linear continuous-time systems. Stability of continuous-time linear systems. Routh-Hurwitz stability criterion.</p> <p>Analysis of systems in the frequency domain.</p> <p>Characteristics of the frequency response function. Bode diagrams. Polar diagrams.</p> <p>State space approach. State space models. State variables and state vector. General solution of the state equation in the time domain. State transition matrix.</p> <p>State space model and the transfer function. Stability analysis in state space. State space canonical forms. Controllability and observability.</p> <p>Analysis of linear electrical circuits.</p> <p>Applications of systems theory. Examples from biomedicine, optics, engineering, economy, management, etc.</p> <p>Analysis of biological and optical systems. Mathematical modelling of biological and optical systems. Linear models. Analysis of biological systems in the time and frequency domains. State space analysis of biological systems. Applications of convolution in optics.</p>

Analiza bioloških in optičnih sistemov. Matematično modeliranje bioloških in optičnih sistemov. Linearni modeli bioloških in optičnih sistemov. Analiza bioloških sistemov v časovnem in frekvenčnem prostoru. Analiza bioloških sistemov v prostoru stanj. Uporaba konvolucije v optiki.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Antsaklis P.J., Michel A.N. A Linear Systems Primer, Birkhäuser Boston, 2007
2. Strum R.D., Kirk D.E. Contemporary Linear Systems Using MATLAB, Pws Bookware Companion Series, 1999
3. Gajic Z. Linear Dynamic Systems and Signals, Prentice hall, 2002
4. Hoppensteadt F.C., Peskin C. Modeling and Simulation in Medicine and the Life Sciences, Springer; 2. izdaja, 2004
5. Študijsko gradivo izvajalcev predmeta, predloge predavanj in laboratorijskih vaj

Cilji in kompetence:

Ilustrirati razširjenost oz. multidisciplinarnost področja zveznih sistemov.
Prikazati področje analize sistemov.
Podati osnovne koncepte analize zveznih sistemov.
Podati postopke analize sistemov v prostoru stanj.
Ilustrirati področje analize sistemov na primeru bioloških in optičnih sistemov.
Predstaviti nekatere programska orodja in njihovo uporabnost v podporo obravnavani tematiki.

Objectives and competences:

The purpose of this course is to provide the students with the basic knowledge and tools of modern linear systems theory in several domains. The students will gain knowledge on modelling, time and frequency domain analysis, state space approach, stability, controllability, and observability and illustrative applications of systems theory in optics and biological systems. The students will also be introduced to the computational tools for linear systems theory available in Matlab and Python.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:
-klasificirati linearne sisteme in opisati njihove osnovne lastnosti,
-uporabiti sistemski pristop obravnave linearnih električnih vezij,
-analizirati lastnosti linearnih sistemov v časovnem prostoru, frekvenčnem prostoru in prostoru stanj,
-uporabiti postopke analize linearnih sistemov za modeliranje in vrednotenj bioloških in optičnih sistemov,
-uporabiti nekatere obstoječe knjižnice programskega jezikov Matlab in Python za numerično analizo linearnih sistemov.

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course, students should be able to:
-classify linear systems and describe their basic properties,
-use systemic approach to analysis of linear electric circuits,
-analyze the properties of linear systems in time domain, frequency domain and state space,
-use linear system analysis methods for modelling and evaluation of biological and optical systems,
-use some of the existing Matlab and Python libraries for numerical analysis of linear systems.

Metode poučevanja in učenja:

Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij skupaj s prikazom rešitev enostavnih ilustrativnih primerov. Snov se utrjuje na avditornih vajah. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj, kjer študenti za vsako nalogu pripravijo poročila.

Learning and teaching methods:

The lectures provide a theoretical background on particular subjects together with presentation of simple illustrative examples. Additional examples are presented and discussed in tutorials. Practical work is being carried out within laboratory exercises, where students prepare reports for each assignment.

Načini ocenjevanja:

Način: laboratorijske vaje, pisni izpit ustni izpit. Ocene od 1 do vključno 5 so negativne, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu.

Delež/Weight Assessment:

Type: laboratory exercises, written and oral exam. Negative grades: from 1 to 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisites for the

Prispevki k oceni: -laboratorijske vaje -pisni izpit -ustni izpit		exam. Contributions to final grade: -laboratory exercises -written exam -oral exam
laboratorijske vaje	25,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. JEMEC, Jurij, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, BÜRMEN, Miran. 2D sub-pixel point spread function measurement using a virtual point-like source. *International journal of computer vision*, 2017, vol. 121, no. 3, str. 391-402.
2. NAGLIČ, Peter, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, BÜRMEN, Miran. Adopting higher-order similarity relations for improved estimation of optical properties from subdiffusive reflectance. *Optics letters*, 2017, vol. 42, no. 7, str. 1357-1360.
3. NAGLIČ, Peter, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan Likar, BURMEN, Miran. Limitations of the commonly used simplified laterally uniform optical fiber probe-tissue interface in Monte Carlo simulations of diffuse reflectance. *Biomedical Optics Express*, 2015, vol. 6, no. 10, str. 3973-3988.
4. BREGAR, Maksimiljan, CUGMAS, Blaž, NAGLIČ, Peter, HARTMANN, Daniela, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan, BURMEN, Miran. Properties of contact pressure induced by manually operated fiber-optic probes. *Journal of Biomedical Optics*, 2015, vol. 20, no. 12, str. 127002.
5. USENIK, Peter, BÜRMEN, Miran, FIDLER, Aleš, PERNUŠ, Franjo, LIKAR, Boštjan. Near-infrared hyperspectral imaging of water evaporation dynamics for early detection of incipient caries. *Journal of dentistry*, 2014, vol. 42, no. 10, str. 1242-1247.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Analogna elektronska vezja
Course title:	Analog Electronic Circuits

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektronika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64152

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Janez Krč

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 letnik.	Enrolment in the year of the course.
----------------	--------------------------------------

Vsebina:

Vsebino predmeta sestavljajo naslednja poglavja:
UVOD v analogna elektronska vezja
POPAČENJA V OJAČEVALNIKIH: linearna in nelinearna popačenja, parametri THD, HD, določitev popačenj za različne tranzistorske ojač. stopnje
DIFERENCIJALNI OJAČEVALNIK: izvedbe, DC in ac analiza, protifazno, diferencialno in so fazno ojačenje in modeli, simetričen in nesimetričen izhod, načrtovanje
MOČNOSTNI OJAČEVALNIKI: vezave audio ojačevalnikov, vhodne diferencialne stopnje, vmesne ojačevalne stopnje, izhodne stopnje (močnostni tranzistorji, razredi A, AB, B in drugi), načrtovanje celotnega močnostnega ojačevalnika, praktični primeri
OPERACIJSKI OJAČEVALNIKI: idealni, delno realni in realni model, vhodni ničelni parametri, šum, sheme znotraj operacijskega ojačevalnika, izvedbe, primeri praktične uporabe – aktivni filtri
KOMPARATORJI: zahteve, klasični komparatorji, komparatorji s histerezom, načrtovanje preprostih vezij s komparatorji in praktični primeri uporabe
OSCILATORJI: načrtovanje, relaksacijski, harmonični (fazni zamik. Colpittsov, Hartleyev), kvarčni, sheme preprostih funkcijskih generatorjev, praktični primeri uporabe oscilatorjev.
 Iz navedenih vsebin študentje opravljajo skupaj 8 praktičnih laboratorijskih vaj (načrtajo, zvežejo vezje in pomerijo realna vezja na testni ploščici).

Content (Syllabus outline):

The contents of the course consists of the following chapters:
INTRODUCTION to analog electronic circuits
AMPLIFIER DISTORTIONS: linear and non-linear distortion, TDH, HD, determination of distortions for different amplifying stages
DIFFERENTIAL AMPLIFIER: realizations, DC and ac analysis, common-mode and differential amplification, models, (a)symmetrical output
POWER AMPLIFIERS: realizations of audio amplifiers, input differential stages, voltage amplifying stages, output power stages (power transistors, classes A; AB; B and others), design of a complete power amplifier, practical examples
OPERATIONAL AMPLIFIERS: ideal, semi-real and real model, input offset parameters, noise, internal circuits of selected operational amplifiers, examples of applications (active filters)
COMPARATORS: requirements, simple comparator, comparator with hysteresis, design of simple circuits with comparators, practical examples of applications
OSCILLATORS: design, relaxation, harmonic (phase shift, Colpitts, Hartley), quartz, circuits of simple signal generators, practical examples of usage
 In the frame of laboratory practice students gain their practical experiences within 8 tasks, each including the design, realization on a proto-board and testing.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. D. A. Neamen, Microelectronics – circuit analysis and design, 4th Ed., Mc. Graw Hill, 2010
2. P. Horowitz, W. Hill, The Art of Electronics, 3rd Ed..Cambridge University Press, 2015.
3. B. Cordell, Designing audio power amplifiers, Mc Graw Hill, 2011.
4. dodatna študijska gradiva in prosojnice dostopne na e-Fe. / additional study material and slices available at e-Fe.

Cilji in kompetence:

Pri predmetu študenti nadgradijo do sedaj pridobljena temeljna znanja o analognih vezjih na osnovi tranzistorjev, analognih ojačevalnikov in komparatorjev. Pri predmetu razvijamo sposobnosti ne samo analize, temveč tudi načrtovanja osnovnih analognih vezij.

Objectives and competences:

Students upgrade their fundamental knowledge on analog electronic circuits which are based on transistors, operational amplifiers and comparators. We develop skills to design and not only analyse analog circuits.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- razložiti vzroke nelinearnih popačenj v tranzistorskih ojačevalnih vezjih in izračunati ter izmeriti parametre popačenj
- načrtati vezja kot so analogni močnostni ojačevalniki različnih razredov, vezja s komparatorji, oscilatorska vezja
- analizirati in načrtati druga namenska vezja z upoštevanjem realnih parametrov operacijskih ojačevalnikov in komparatorjev
- simulirati načrtovano vezje za predhodno kontrolo pravilnosti delovanja
- izmeriti karakteristike realiziranega vezja

Intended learning outcomes:

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

- explain the origins of nonlinear distortions of transistor based amplifiers and to calculate and measure parameters of distortion
- design circuits such as power amplifiers of different classes, circuits with comparators, oscillators
- analyze and design other dedicated circuits with consideration of realistic parameters of operational amplifiers and comparators
- simulate the designed circuits to check their intended functionalities
- measure characteristics of the realized circuit

Metode poučevanja in učenja:

Na predavanjih so podane teoretične osnove in prikazani izbrani praktični primeri vezij. Na izbranih zgledih se študentom razloži primere načrtovanja in analize vezij ter vzpodbudi k lastnemu načrtovanju. Na laboratorijskih vajah se študenti usmerjajo na načrtovanje in realizacijo konkretnih analognih vezij.

Learning and teaching methods:

The lectures provide a theoretical background on particular subjects together with presentation of selected designs of practical analog circuits. We motivate students for their own designs of simple circuits. Practical work is focused on the design of selected circuits and their practical realization on protoboard.

Načini ocenjevanja:

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

Delež/Weight Assessment:

The lectures provide a theoretical background on particular subjects together with presentation of selected designs of practical analog circuits. We motivate students for their own designs of simple circuits. Practical work is focused on the design of selected circuits and their practical realization on protoboard.
Assessment: 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, SMOLE, Franc, OPARA KRAŠOVEC, Urša, LAVRENČIČ ŠTANGAR, Urška, OREL, Boris. Three-state regulator for electrochromic windows. *Solar energy materials and solar cells*, ISSN 0927-0248. [Print ed.], 2002, vol. 71, no. 3, str. 387-395.
2. KRČ, Janez, TOPIČ, Marko, SMOLE, Franc, OPARA KRAŠOVEC, Urša, LAVRENČIČ ŠTANGAR, Urška, OREL, Boris. Analog regulator for electrochromic windows = Analogni regulator za elektrokromna stekla. *Informacije MIDEM*, ISSN 0352-9045, 2000, vol. 30, no. 1, str. 32-36.
3. KRČ, Janez, JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. Elektronika na poti od detektorja do osrednjega dela sistema = Electronics on the way from a detector to the central system unit. *Informacije MIDEM*, ISSN 0352-9045, 2002, letn. 32, št. 4, str. 298-302.
4. TOPIČ, Marko (urednik), KRČ, Janez (urednik), ŠORLI, Iztok (urednik), 45th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Advanced Photovoltaic Devices and Technologies, September 9 - September 11, 2009, Postojna, Slovenia,. *Proceedings*. Ljubljana: MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2009. XII, 396 str.
5. JANKOVEC, Marko, LIPOVŠEK, Benjamin, KRČ, Janez. *Elementi polprevodniške elektronike : delovno gradivo za laboratorijske vaje*. 1. izd. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2013.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Atomika in optika
Course title:	Atomics and optics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64148

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		45			95	8

Nosilec predmeta/Lecturer: Aleš Iglič

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – splošni/ compulsory 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:

Fizikalne osnove elektromagnetizma, fizikalni modeli električnega prevajanja v kovinah in elektrolitih, fizikalni modeli diamagnetizma, paramagnetizma in feromagnetizma, Poissonova enačba, Poisson-Boltzmannova enačba in električna dvojna plast, modeliranje dielektričnih lastnosti trdih snovi in tekočin, elektromagnetno valovanje z valovno optiko, frekvenčna odvisnost lomnega količnika, totalni odboj in optična vlakna, fotometrija, geometrijska optika, posebna teorija relativnosti in interakcije med delci, fotoefekt, sevanje črnega telesa, rentgenski žarki in njihova uporaba, Bohrov model atoma in črtasti emisijski spektri, eksperimentalne osnove, principi ter osnovne enačbe kvantne mehanike, nekaj preprostih primerov iz kvantne mehanike, energijski pasovi v izolatorjih, prevodnikih in polprevodnikih.

Content (Syllabus outline):

Experimental basis and principles of the theory of electromagnetism, modelling of electric current in metals and electrolytes, physical models of diamagnetism, paramagnetism and ferromagnetism, Poisson equation, Poisson-Boltzmann equation and electric double layer, dielectric properties of solids and liquids electromagnetic waves and wave optics, frequency dependent refractive index, total internal reflection and optical fibres, photometry, geometrical optics, special theory of relativity and particle interactions, photoelectric effect, black-body radiation, the nature of X-rays and some of their applications, Bohr model and line atomic emission spectra, experimental basis, principles and basic equations of quantum mechanics, some simple examples described by using the methods of quantum mechanics, energy band structure in insulators, conductors and semiconductors.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- Raymond A. Serway: Physics (international edition), Sounders Golden Sunburst Series (vsakokratna nova izdaja) http://physics.fe.uni-lj.si/students/predavanja/zapiski_iglic_fiz2.html
- A. Iglič: Električne lastnosti snovi, Fakulteta za elektrotehniko, Založba FE in FRI, vsakokratna nova izdaja se nahaja tudi na: [http://physics.fe.uni-lj.si/students/predavanja/zapiski_iglic_fiz2.html3..J. Strnad: Fizika 2. del: Elektrika, optika, DMFA \(najnovejša izdaja\)](http://physics.fe.uni-lj.si/students/predavanja/zapiski_iglic_fiz2.html3..J. Strnad: Fizika 2. del: Elektrika, optika, DMFA (najnovejša izdaja))
- J. Strnad: Fizika 3. del: Posebna teorija relativnosti, kvantna fizika, atomi (najnovejša izdaja)

Cilji in kompetence:

Pridobljeno znanje naj študentom omogoči razumevanje električnih in magnetnih lastnosti snovi, ki so pomembne v elektrotehniki. Študenti bodo pridobili splošne osnove tehnične in naravoslovne izobrazbe ter sposobnosti logičnega naravoslovnega in tehničnega razmišljanja.

Objectives and competences:

The acquired knowledge will enable the students to understand the electrical and magnetic properties of the materials important in electrical engineering. The students will acquire a general education in technical and natural sciences and gain better understanding of theoretical and experimental methods in natural and technical sciences.

Predvideni študijski rezultati:

Razumevanje temeljnih fizikalnih in elektrotehničnih zakonitosti v snovi.
Sposobnost uporabe pridobljenega znanja na področju atomike in optike na različnih področjih elektrotehnike.

Po uspešno opravljenem izpitu bi študenti pridobili:
-poznavanje osnov atomike in optike, ki jim omogoča uspešno kariero razvijalcev in raziskovalcev v industriji ter na raziskovalnih inštitutih,
-zadostno osnovno izobrazbo na področju atomike in optike, ki jim omogoča kasnejše delovanje v visoko-tehnološki industriji.

Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni:
- uporabe osnovnih metod atomike in optike pri predmetih v višjih letnikih študija elektrotehnike,
-uporabe temeljnih zakonov atomike in optike pri reševanju splošnejših problemov v elektrotehniki ,
-reševanja praktičnih problemov v elektrotehniki, ki omogoča študentom kasnejše samostojno delovanje v industriji in na inštitutih,
-reševanja kompleksnejših interdisciplinarnih problemov, ki zahtevajo znanje atomike in optike z uporabo analitičnih metod s področja fizike.

Intended learning outcomes:

Basic knowledge of electrical properties of materials which are important in electrical engineering. The application of the acquired knowledge in the fields of optics and atomics in different fields of electrotechnics.

Successful completion of the course will provide the students with:
- education in fundamental atomics and optics, preparing them for a future as problem solvers or researchers in industry and in research institutes
- a good basic education in atomics and optics suitable for a career in high-technology industry.

After completion of the course the students should be also able to/of:

-use the basic theoretical tools of atomics and optics that are needed for the more specialised courses in electrical engineering,
-application of the basic laws of atomics and optics to solve the general problems in electrical engineering,
- solve practical problems in engineering , which prepare the students for independent research and development work in reserach institutes and in the industry ,
- solve complex interdisciplinary engineering problems, requiring a knowledge and understanding of atomics and optics, as well as experience with analytical tools from the field of physics.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, vaje, demonstracijski poskusi med predavanji, obiski znanstvenih inštitutov, predavanja gostujočih profesorjev iz tujine.

Learning and teaching methods:

Lectures, tutorials, demonstrative experiments during lectures and lectures of visiting professors from abroad.

Načini ocenjevanja:

Način: pisni izpit, ustni izpit, projekt Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena pisnega izpita in predložen projekt iz poskusov, ki so bili prikazani na predavanjih, sta pogoja za pristop k

Delež/Weight Assessment:

Type: written examination, oral examination, project Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of written examination and project are prerequisite for the oral examination. Contributions to final

ustnem izpitu. Prispevki k oceni: pisni izpit ustno izpraševanje projekt		grade: written examination oral examination project
pisni izpit	40,00 %	written examination
ustno izpraševanje	50,00 %	oral examination
projekt	10,00 %	project

Reference nosilca/Lecturer's references:

- 1.KULKARNI, Mukta Vishwanath, MAZARE, Anca, SCHMUKI, Patrik, IGLIČ, Aleš. Influence of anodization parameters on morphology of TiO₂ nanostructured surfaces. Advanced Materials Letters, 2016, vol. 7, no. 1, str. 23-28.
- 2.GONGADZE, Ekaterina, IGLIČ, Aleš. Asymmetric size of ions and orientational ordering of water dipoles in electric double layer model - an analytical mean-field approach. Electrochimica Acta, 2015, vol. 178, str. 541-545.
- 3.VELIKONJA, Aljaž, KRALJ-IGLIČ, Veronika, IGLIČ, Aleš. On asymmetric shape of electric double layer capacitance curve. International Journal of Electrochemical Science, 2015, vol. 10, no. 1, str. 1-7.
- 4.IMANI, Roghayeh, PAZOKI, Meysam, TIWARI, Ashutosh, BOSCHLOO, Gerrit, TURNER, Anthony P. F., KRALJ-IGLIČ, Veronika, IGLIČ, Aleš. Band edge engineering of TiO₂@DNA nanohybrids and implications for capacitive energy storage devices. Nanoscale, 2015, vol. 7, no. 23, str. 10438-10448.
- 5.GONGADZE, Ekaterina, VELIKONJA, Aljaž, SLIVNIK, Tomaž, KRALJ-IGLIČ, Veronika, IGLIČ, Aleš. The quadrupole moment of water molecules and the permittivity of water near a charged surface. Electrochimica Acta, 2013, vol. 109, str. 656-662.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Avtomatsko vodenje sistemov
Course title:	Automatic Control Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64119

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Borut Zupančič

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:

Uvod v avtomatsko vodenje: vrste, učinki, celostni pristop, struktura računalniškega vodenja v podjetju, gradniki sistemov vodenja, sistemski pristop pri načrtovanju vodenja.
 Sistemi in signali: primeri sistemov, povezava z modeliranjem, procesi, osnovni signali, uvod v spektralno analizo.
 Modeliranje procesov: cilji, vrste modelov, načini modeliranja, primeri.
 Zapisi matematičnih modelov: diferencialne enačbe, prenosne funkcije, bločni diagrami.
 Analiza sistemov v časovnem prostoru: vpliv polov in ničel, obravnava proporcionalnih, integrirnih in diferencirnih sistemov, stabilnost.
 Simulacija: simulacijska shema, indirektni način, simulacija prenosnih funkcij.
 Vodenje sistemov: vpeljava z bločnimi diagrami in tehničkimi shemami, krmiljenje, regulacija, sledenje, odpravljanje motenj, učinki povratne zanke na ustaljeni pogrešek, stabilnost, primeri, osnovni industrijski regulacijski algoritmi, proporcionalno-integrirno-diferencirni-regulator: vloga posameznih členov, ugleševanje z nastavitevimi pravili in s simulacijo, primeri.
 Orodja za računalniško podprtvo analizo in načrtovanje vodenja: Matlab, Control Toolbox, orodje za simulacijo Matlab-Simulink, okolje za večdomensko objektno orientirano modeliranje in simulacijo Dymola-Modelica.

Content (Syllabus outline):

Introduction to automatic control: types, effects, holistic approach, computer integrated manufacturing, the building blocks of control systems, system approach to the control system design.
 Systems and signals: examples of systems, connection to modelling, processes, basic signals, an introduction to spectral analysis.
 Process modelling: goals, types, approaches, examples. Descriptions of mathematical models: differential equations, transfer functions, block diagrams.
 Systems analysis in the time domain: influence of poles and zeros, proportional, integral and differential systems, systems stability.
 Simulation: simulation scheme, indirect approach, simulation of transfer functions.
 Control systems : presentation with block diagrams and technological schemes, feedforward and feedback control, reference tracking and disturbance elimination, the effects of feedback on steady state error, stability, examples, basic industrial control algorithms, PID control, the role of P, I, and D parts, tuning with rules and simulation, examples.
 Tools for computer-aided analysis and control systems design: Matlab, Control Toolbox, tool for the simulation - Matlab-Simulink, environment for multi-domain object oriented modelling and simulation Dymola-Modelica.

Primeri z uporabo orodij za analizo, modeliranje, simulacijo in načrtovanje vodenja: ogrevanje stavbe, avtomobilsko vzmetenje, populacijska dinamika, električni sistemi, regulacija rotacijskih sistemov, robotski sistem, hidravlični sistem, ...	Examples: heating in the building, car suspension system, population dynamics, electrical systems, control of rotation systems, robotic system, hydraulic system, ...
---	---

Temeljna literatura in viri/Readings:

Osnovna/basic:

1. B. Zupančič, Avtomatsko vodenje sistemov, delovna verzija učbenika, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2017.
2. 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, R. Karba, D. Matko, I. Škrjanc, Simulacija dinamičnih sistemov, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko , 2010.
3. R. Karba, Modeliranje procesov, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1999.
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, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1998.

R. C. Dorf, H. Bishop: Modern Control Systems, Pearson Education, Inc., Publishing As Pearson Prentice Hall, Tenth Edition, 2004.

Cilji in kompetence:

Osnovni cilj je predstavitev avtomatike oz. avtomatskega vodenja sistemov na zanimiv način preko številnih primerov in z uporabo računalniških orodij. Pridobljene kompetence: modeliranje in simulacija enostavnih sistemov, razumevanje principov povratne zanke, načrtovanje avtomatskega vodenja enostavnih procesov, poznavanje najnaprednejših računalniških orodij za analizo, modeliranje, simulacijo in načrtovanje sistemov avtomatskega vodenja.

Objectives and competences:

The basic objective is to present the automatic control systems in an interesting way through a series of examples and using computer tools. Acquired skills: modeling and simulation of simple systems, an understanding of the principles of feedback loop, design of automatic control of simpler processes, familiarity of the most advanced computer tools for analysis, modeling, simulation and automatic control systems design.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:
 -analizirati dinamične sisteme,
 -razviti matematične modele enostavnih procesov,
 -razviti enostavne simulacijske modele,
 -izbrati računalniško orodje za modeliranje in simulacijo,
 -uporabiti računalniško orodje Matlab-Simulink za modeliranje, simulacijo in načrtovanje vodenja,
 -načrtovati enostavnejše avtomatsko vodenje - regulacijo ne preveč zahtevnih procesov.

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course students should be able to:
 -analyze dynamic systems,
 - develop mathematical models of simple processes,
 - develop simple simulation models,
 - select a computer tool for modeling and simulation,
 - use the Matlab-Simulink computer tool for modeling, simulation and control systems design,
 - design basic automatic control of uncomplicated processes.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja (s številnimi primeri), nekaj zanimivih tem zunanjih predavateljev, laboratorijske vaje

Learning and teaching methods:

Lectures (with many examples), interesting topics from invited lecturers, 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).		Examination during lectures Laboratory exercises Oral exam (the condition for oral exam is the positive grade of lab. exercises) Grades are 5 (fail), 6-10 (pass).
--	--	---

Preverjanje znanja med predavanji	10,00 %	Examination during lectures
Laboratorijske vaje	40,00 %	Laboratory exercises
Ustni izpit (pogoj za ustni izpit so pozitivno ocenjene lab. vaje)	50,00 %	Oral exam (the condition for oral exam is the positive grade of lab. exercises)

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.
5. TROBEC LAH, Mateja, ZUPANČIČ, Borut, KRAINER, Aleš. Fuzzy control for the illumination and temperature comfort in a test chamber. *Building and environment*, ISSN 0360-1323, 2005, letn. 40, št. 12, str. 1626-1637.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Digitalna obdelava signalov
Course title:	Digital Signal Processing

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64174

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	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:

Osnove časovno diskretnih signalov (signali, klasifikacija signalov, časovni in frekvenčni prostor). Vzorčenje (teorem o vzorčenju, vzorčenje v časovnem in frekvenčnem prostoru). Časovno-diskreti sistemi (linearni časovno neodvisni diskretni sistemi, kavzalnost, diferenčne enačbe in linearni diskretni sistemi, impulzni odziv, strukture časovno-diskretnih sistemov, možnosti realizacije). Frekvenčna analiza časovno diskretnih signalov. Diskretni Fourierov transform (algoritmi za izračun, hitri Fourierov transformacija, hitro računanje odziva filterov s pomočjo FFT, okenske funkcije). Transform Z (transform Z in inverzni transform Z, pomen v digitalni obdelavi signalov, racionalni transform Z, lega polov in časovni potek signala). Analiza in sinteza časovno diskretnih sistemov v frekvenčnem prostoru (prenosna funkcija sistema, analiza sistemov z racionalno prenosno funkcijo v prostoru Z, stabilnost, frekvenčni odziv). Frekvenčno selektivna sita. Načrtovanje digitalnih sít (sita s končnim odzivom FIR, sita z neskončnim odzivom IIR). Generatorji diskretnih naključnih signalov (Enakomerna porazdelitev verjetnosti, Gaussov in beli šum). Kvantizacija signala (analogno-digitalna pretvorba, kvantizatorji, napake kvantizacije).

Content (Syllabus outline):

Fundamentals of time-discrete signals (signals, signal classification, time and frequency space). Sampling (sampling theorem, effects of sampling in time and frequency domain). Discrete-time systems (linear time-invariant discrete systems, causality, differential equations and discrete linear systems, impulse response , the discrete - time systems structure, implementation) . Frequency analysis of discrete - time signals. Discrete Fourier transform (Fast Fourier transform algorithms, fast discrete filtering using FFT). Z-transform (Z transform and inverse Z transform , application in digital signal processing , rational Z transform, time behaviour and roots of rational Z transform) . Analysis and synthesis of discrete time systems in frequency domain (transfer function of the system, analysis of systems with rational Z transfer function, stability, frequency response). Digital filter design (finite response filters, the infinite response filters). Random signal generators (uniform distribution, Gaussian white noise). Signal quantisation (analogue-to-digital conversion, quantizers, and quantization errors).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Sašo Tomažič, Savo Leonardis, Diskretni signali in sistemi Založba FE in FRI, 2004.
--

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
<p>Spoznavanje s temeljnimi orodji za digitalno obdelavo signalov. Razumevanje postopkov in posledic zajema, analize in obdelave signalov v diskretni – digitalni obliki ter njihove rekonstrukcije v analogni prostor. Pridobitev sposobnosti izbora primerenega načina digitalnega zajema signalov, razumevanje posledic digitalizacije in obvladovanje osnovnih postopkov za analizo signalov v časovnem in frekvenčnem prostoru. Usposobljenost za načrtovanje temeljnih sistemov za digitalno filtriranje signalov. Pridobljena znanja študentu koristijo pri razumevanju delovanja kompleksnih digitalnih komunikacijskih naprav.</p>	<p>To know the basic tools for digital signal processing. Understanding the processes and consequences of capture, analysis and signal processing in discrete - digital form and their reconstruction back to the analog domain. Competence for the selection of a suitable method of digital signal acquisition, understanding the implications of digitalization and understanding the basic signal analysis in time and frequency domain. The ability to use basic systems for digital filtering and signal enhancement. Understanding digital signal processing as a building block of complex digital communication devices.</p>

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študentje zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizirati časovno diskrete signale, • analizirati linearne in časovno nespremenljive časovno diskrete sisteme, • uporabiti diskreti Fourierjev transform pri analizi in obdelavi signalov, • načrtovati digitalna sita FIR, • načrtovati digitalna sita IIR, <p>- zasnovati sisteme za digitalno obdelavo signalov v realnem času.</p>	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analyze time discrete signals, • analyze linear and timeinvariant discrete time systems, • use discrete Fourier transform in the analysis and processing of signals, • design a digital FIR filters, • design a digital IIR filters, <p>design real-time digital signal processing systems.</p>

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
<p>Predavanja s teoretičnimi izhodišči in praktično naravnane laboratorijske vaje z možnostjo dela v skupini.</p>	<p>Lectures with DSP theory and practically oriented lab assignments encouraging teamwork.</p>

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
<p>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: pisni izpit ustni izpit</p>		<p>Type: laboratory exercises, written exam, 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 final grade: written exam oral examination</p>
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	75,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:
1. KOS, Anton, TOMAŽIČ, Sašo, UMEK, Anton. Suitability of smartphone inertial sensors for real-time biofeedback applications. Sensors, 2016, vol. 16, no. 3, str. 1-21.
2. KOS, Anton, TOMAŽIČ, Sašo, SALOM, Jakob, TRIFUNOVIĆ, Nemanja, VALERO, Mateo, MILUTINOVIĆ, Veljko. New benchmarking methodology and programming model for big data processing. International journal of distributed sensor networks, 2015, vol. 2015, str. 1-7.
3. STANČIN, Sara, TOMAŽIČ, Sašo. Time- and computation-efficient calibration of MEMS 3D accelerometers and gyroscopes. Sensors, 2014, vol. 14, no. 8, str. 14885-14915.
4. STANČIN, Sara, TOMAŽIČ, Sašo. Early improper motion detection in golf swings using wearable motion sensors : the first approach. Sensors, 2013, vol. 13, no. 6, str. 7505-7521.
5. STANČIN, Sara, TOMAŽIČ, Sašo. Angle estimation of simultaneous orthogonal rotations from 3D gyroscope measurements. Sensors, 2011, vol. 11, no. 9, str. 8536-8549.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Digitalne komunikacije
Course title:	Digital Communication

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64175
---	-------

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	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 telekomunikacijski model. Vzorčenje. Prenos v osnovnem pasu (prenos impulzov, močnostni spekter kodiranega signala, sinhronizacija, optimalno sprejemno sito, intersimbolna interferenca). Adaptivni sistemi (adaptivna sita, adaptacijski algoritmi, izravnalnik, izločevalnik intersimbolne interference). Modulacije (amplitudna modulacija, frekvenčna modulacija, fazna modulacija, kvadraturna modulacija, digitalni modulacijski postopki, spektralna učinkovitost, modulacija z več nosilci). Kapaciteta prenosnega kanala. Sodostop (naključni sodostop, frekvenčni sodostop, časovni sodostop, razširjen spekter in kodni sodostop, celična omrežja). Kodirni postopki (linearne blokovne kode, konvolucijske kode, mrežne kode, produktne kode). Dekodirni postopki (mehko in trdo odločanje, detekcija in popravljanje napak, dekodiranje na osnovi največje verjetnosti in vnaprejšnje popravljanje napak, Viterbi algoritem).	Basic telecommunications model. Sampling. Baseband transmission (pulse transmission, the power spectrum of a coded signal, separation direction of transmission, synchronization, optimal receiving filter, inter-symbol interference). Adaptive systems (adaptive filters, adaptive algorithms, equalizer, inter-symbol interference canceller). Modulation (amplitude modulation, frequency modulation, phase modulation, quadrature modulation, digital modulation techniques, spectral efficiency, multiple carrier modulation). Transmission channel capacity. Multiple access (random multiple access, frequency division multiple access, time division multiple access, spread spectrum, and code division multiple access, cellular networks). Coding (linear block codes, convolution codes, trellis codes, product codes). Decoding (soft and hard decision, detection and error correction, maximum likelihood and forward error correction, Viterbi algorithm).

Temeljna literatura in viri/Readings:
1. Tomažič, S., Osnove telekomunikacij I, Založba FE in FRI, Ljubljana 2002
2. Tomažič, S., Digitalne komunikacije, ssPrenos digitalnih signalov, Založba FE, Ljubljana 2017.
3. Simon Haykin, Michael, Communication Systems, 5th Edition, John Wiley & Sons, 2009

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
----------------------	-----------------------------

Spoznavanje osnovnih principov prenosa signalov pri digitalnih komunikacijah. Spoznavanje problemov, ki nastopajo pri prenosu podatkov po neidealnem kanalu, ki vnaša popačenje in šum ter postopkov za njihovo odpravljanje. Spoznavanje različnih načinov za souporabo skupnega prenosnega medija, predvsem pri brezžičnih komunikacijah, kjer je zmogljivost skupnega medija omejena, saj si vsi uporabniki delijo isti medij.	Basic telecommunications model. Sampling. Baseband transmission (pulse transmission, the power spectrum of a coded signal, separation direction of transmission, synchronization, optimal receiving filter, inter-symbol interference). Adaptive systems (adaptive filters, adaptive algorithms, equalizer, inter-symbol interference canceller). Modulation (amplitude modulation, frequency modulation, phase modulation, quadrature modulation, digital modulation techniques, spectral efficiency, multiple carrier modulation). Transmission channel capacity. Multiple access (random multiple access, frequency division multiple access, time division multiple access, spread spectrum, and code division multiple access, cellular networks). Coding (linear block codes, convolution codes, trellis codes, product codes). Decoding (soft and hard decision, detection and error correction, maximum likelihood and forward error correction, Viterbi algorithm).
---	--

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni:

- analizirati zvezne signale,
- analizirati linearne časovno nespremenljive sisteme,
- ovrednotiti modulacijske in demodulacijske postopke,
- ovrednotiti kodirne in dekodirne postopke
- ovrednotiti vpliv neidealnega, komunikacijskega kanala na komunikacijo,
- načrtovati preprost digitalni komunikacijski sistem.

Intended learning outcomes:

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

- analyze continuous signals,
- analyze linear timeinvariant systems,
- evaluate modulation and demodulation methods,
- evaluate coding and decoding methods,
- evaluate the impact of the nonideal communication channel on communication,
- design a simple digital communication system.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, na katerih se študent seznaní s teoretičnimi osnovami, in laboratorijske vaje, kjer nekaj problemov spozna tudi praktično in jih skuša v duhu timskega dela reševati.

Learning and teaching methods:

Lectures on which the student is acquainted with the theory 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 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. 61-62.
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: Digitalne strukture
Course title: Digital Structures

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64113

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			85	7

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 obveznosti pri predmetu je vpis v 2. letnik univerzitetnega študijskega programa 1. stopnje Elektrotehnika.	A prerequisite for attending the course is the enrollment into the 2nd year of the 1st cycle academic study programme Electrical Engineering
--	--

Vsebina:

Številski sistemi in kode: številski sistemi, kode in kodiranje, odkrivanje in odpravljanje napak.
Booleova algebra: izjave in Booleove spremen-ljivke, operacije z izjavami, aksiomi in teoremi, načini dokazovanja teoremov.
Preklopne funkcije in logična vrata: oblike funkcij, metode poenostavljanja in pretvorbe med oblikami, Karnaughov diagram in pravilnostna tabela, funkcionalni sistemi, logična vrata in vezja, hazard v logičnih vezjih, tehnološke izvedbe logičnih vezij in njihove lastnosti, tehnologija CMOS.
Kombinacijska vezja: kodirniki in dekodirniki, multipleksorji in demultipleksorji, primerjalniki enakosti in velikosti, seštevalniki, množilniki, aritmetično-logična enota.
Računalniško podprtvo načrtovanje digitalnih struktur: minimizatorji, urejevalniki shematskih prikazov, simulatorji vezij, strojno opisni jeziki, sintetizatorji geometrije tiskanih vezij.
Sekvenčna vezja: spominske celice, pravilnostna in vzbujalna tabela, stabilizatorji preklopnikov, registri, števci, pomikalni registri, krožni števci, vzbujalne enačbe, tabela in diagram stanj, analiza in sinteza sekvenčnih vezij.

Content (Syllabus outline):

Number systems and codes: number systems, codes, encoding, error detection and correction.
Boolean algebra: propositional logic, Boolean variables, basic operations, derived operations, axioms and theorems, proofs of theorems.
Boolean functions and logic gates: representations, methods of simplification and conversion, Karnaugh map and truth table, logic gates and circuits, functionally complete sets of operations, timing hazards, logic families and technologies and their characteristics, CMOS technology.
Combinational logic circuits: encoders and decoders, multiplexers and demultiplexers, comparators, adders, multipliers, arithmetic-and-logic units.
Computer-aided digital design: minimizers, schematic editors, circuit simulators, hardware description languages, PCB layout designers, IC layout designers.
Sequential logic circuits: latches and flip-flops, truth table and excitation table, switch debouncers, registers, counters, shift registers, ring counters, excitation equations, state table and state diagram, analysis and synthesis of sequential logic circuits.
Three-state buffers and buses: buffer, Schmitt-trigger buffers, three-state buffers, serial buses, parallel buses.

<p>Tristanjski izravnalniki in vodila: izravnalnik, izravnalnik s histerezo, tristanjski izravnalniki in serijska vodila, tristanjski vmesniki in paralelna vodila.</p> <p>Programirljiva vezja: pomnilna mreža, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, Flash, PLA, PAL, GAL, SRAM, DRAM, CPLD, FPGA. Uporaba strojno opisnega jezika za realizacijo kombinacijskih in sekvenčnih vezij s CPLD in FPGA.</p> <p>Dodatne vsebine (podane v primeru razpoložljivega časa, a ne sodijo v izpitno snov): mikrokrmlilniki, mikroprocesorji, analog-no-digitalni in digitalno-analogni pretvorniki, generatorji takta in urinih pulzov.</p>	<p>Programmable logic circuits: storage matrix, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, Flash, PLA, PAL, GAL, SRAM, DRAM, CPLD, FPGA. Use of hardware description languages for implementation of combinational and sequential logic in CPLD and FPGA circuits</p> <p>Additional topics (in case of spare time, but not required in exams): microcontrollers, microprocessors, analog-digital and digital-analog converters, clock generators.</p>
--	--

Temeljna literatura in viri/Readings:

- J. F. Wakerly. *Digital Design: Principles and Practices*, 5th ed. Pearson/Prentice Hall, 2017.
 M. Morris Mano, M. D. Ciletti. *Digital Design*, 6th ed. Pearson/Prentice Hall, 2017.
 W. Kleitz. *Digital Electronics*, 9th ed. Pearson, 2012.
 C. Maxfield. *Bebop to the Boolean Boogie*, 3rd ed. Newnes, 2009.
 G. Pucihar, T. Kotnik, M. Reberšek. *Digitalne strukture: Zbirka rešenih nalog*. Založba FE in FRI, 2015.

Cilji in kompetence:

Spozнати теоретичне основе логичнega odločanja in pomnjenja v digitalnih strukturah. Pridobiti znanje za praktično načrtovanje, izdelavo in preizkušanje digitalnih struktur.

Objectives and competences:

To gain the basic theoretical understanding of functioning of digital structures. To acquire the knowledge and basic experience of practical design, implementation and testing of digital structures.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu bodo študenti zmožni:

- opisati osnovne kombinacijske in sekvečne digitalne strukture;
- pojasniti delovanje teh struktur;
- opisati to delovanje v enem od strojno opisnih jezikov;
- prepoznati napake v tem delovanju;
- odpraviti osnovne med temi napakami;
- izbrati najugodnejšo izvedbo digitalne strukture upoštevajoč zahteve oziroma omejitve obsežnosti in ekonomičnosti ter zahtevano raven zanesljivosti delovanja;
- načrtovati zgradbo kombinacijskih in sekvečnih digitalnih struktur z metodami abstraktne in struktурne sinteze;
- uporabljati osnovne klasične in sodobne računalniško podprte metode in orodja za simulacijo in optimizacijo načrtovanih struktur;
- izdelati prototip načrtovane strukture v obliki tiskanega vezja;
- preizkusiti tak prototip;

razčleniti prednosti in slabosti izbrane izvedbe.

Intended learning outcomes:

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

- describe the basic combinational and sequential structures of digital circuits;
- explain the functioning of such structures;
- describe this functioning in one of the hardware description languages;
- detect flaws in such functioning;
- eliminate the basic among such flaws;
- choose the optimal design of a digital structure, taking into account the requirements of size, cost and reliability of functioning;
- design combinational and sequential circuits using the methods of abstract and structural synthesis;
- utilize the basic classical and modern computer-based methods and tools for simulation and optimization of digital structures;
- build a prototype of the designed structure in the form of a printed circuit board;
- test the functioning of such a prototype; formulate the strengths and weaknesses of the chosen design.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja z vključenimi primeri reševanja nalog in avditorne vaje za poglavljanje razumevanja teoretičnih osnov, laboratorijske vaje za pridobivanje sa-mostojnih

Learning and teaching methods:

Lecture classes with examples of problem solving and tutorials to illustrate the theoretical concepts, laboratory work for acquisition of practical skills in design, implementation and testing of digital structures.

praktičnih izkušenj z načrtovanjem, realizacijo in preizkušanjem digitalnih struktur.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
<p>Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pogoj za opravljanje izpita je pozitivna ocena laboratorijskih vaj ($50 \leq L \leq 100$), pisni izpit pa študent opravi, če zbere vsaj polovico točk ($50 \leq P \leq 100$). V tem primeru se določi izhodišče za končno oceno (I), $I = (2P + L)/3$, iz katerega sledi predlog končne ocene pri predmetu (K): • $90 < I \leq 100$: $K = 10$ • $80 \leq I \leq 90$: $K = 9$ • $70 \leq I < 80$: $K = 8$ • $60 \leq I < 70$: $K = 7$ • $50 \leq I < 60$: $K = 6$ Pri $50 \leq P < 67$ je obvezen ustni zagovor izpita, študent pa z uspešnim zagovorom potrdi oceno K. Pri $67 \leq P \leq 100$ študent izbira med vpisom predlagane ocene K in ustnim zagovorom, s slednjim pa lahko končno oceno tako izboljša kot poslabša.</p>		<p>Components: lab work, written examination, oral examination. The grade 5 is negative, positive grades range from 6 to 10. The necessary condition for entering the written examination is a positive grade in lab work ($50 \leq L \leq 100$), and written exam is passed if half or more points are gained ($50 \leq P \leq 100$). If these requirements are met, a tentative basis for the final grade (K) is determined as follows: $I = (2P + L)/3$, • $90 < I \leq 100$: $K = 10$ • $80 \leq I \leq 90$: $K = 9$ • $70 \leq I < 80$: $K = 8$ • $60 \leq I < 70$: $K = 7$ • $50 \leq I < 60$: $K = 6$ For $50 \leq P < 67$, the written exam is followed by a verbal one, and with adequate understanding demonstrated, the student gets the grade K. For $67 \leq P \leq 100$, the student chooses between accepting grade K and attending the verbal exam, where based on the adequacy of demonstrated understanding, grade K can be confirmed, reduced or increased.</p>
ocena vaj	33,33 %	lab work grade contributes
ocena izpita	66,67 %	exam grade

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. **KOTNIK, Tadej**, MIKLAVČIČ, Damijan. Second-order model of membrane electric field induced by alternating external electric fields. *IEEE transactions on bio-medical engineering*, 2000, vol. 47, no. 8, str. 1074-1081.
2. FLISAR, Karel, PUC, Marko, **KOTNIK, Tadej**, MIKLAVČIČ, Damijan. Cell membrane electroporation-mobilization with arbitrary pulse waveforms. *IEEE engineering in medicine and biology magazine*, 2003, vol. 22, no. 1, str. 77-81.
3. REBERŠEK, Matej, MARJANOVIČ, Igor, BEGUŠ, Samo, PILLET, Flavien, ROLS, Marie-Pierre, MIKLAVČIČ, Damijan, **KOTNIK, Tadej**. Generator and setup for emulating exposures of biological samples to lightning strokes. *IEEE transactions on bio-medical engineering*, 2015, vol. 62, no. 10, str. 2535-2543.
4. **KOTNIK, Tadej**. *Digitalne strukture: Učno gradivo s predavanji*. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2010. (<http://lbk.fe.uni-lj.si/pdfs/DS-Predavanja.pdf>)
5. PUCIHAR, Gorazd, **KOTNIK, Tadej**. *Digitalne strukture: Zbirka rešenih nalog*. Ljubljana: Založba FE in FRI, 185 str., 2011.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Digitalni elektronski sistemi
Course title:	Digital Electronic Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64120

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Andrej Trost

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:

Postopek zasnove digitalnega elektronskega sistema. Prednosti digitalne tehnologije in pregled tehnoloških izvedb digitalnih sistemov. Razlike med modelom digitalnega vezja in realnim vezjem. Programirljiva vezja FPGA in programirljivi digitalni sistemi na integriranem vezju. Strojno-opisni jezik VHDL: signali, izrazi, opis obnašanja vezja, opis strukture, sekvenčna vezja in testne strukture. Opis delovanja logičnih vezij na nivoju RTL (angl.: Register-Transfer Level) in načrtovalska pravila za avtomatsko sintezo logike. Primer zasnove preprostega digitalnega elektronskega sistema: od algoritma do izvedbe v ciljni tehnologiji. Ocenjevanje izvedbe s stališča zmogljivosti, velikosti, cene, porabe moči in razvojnega časa. Zasnova in izvedba mikroračunalnika: arhitektura in specifikacija delovanja, opis ukazov in razlaga časovnega poteka operacij v posameznem urnem ciklu, zasnova in opis gradnikov (pomnilnik, procesorski del, krmilna logika, vmesniki) s strojno-opisnim jezikom, izdelava gradnikov in njihova integracija v digitalni sistem. Priprava testnih programov za preizkus delovanja izdelanega sistema.

Content (Syllabus outline):

Design of a digital electronic system. Advantages of digital technology and overview of digital technology implementations. Difference between digital circuit model and real circuit. Programmable devices FPGA and programmable digital systems on a chip. Hardware description language VHDL: signals, expressions, behavioural description, structural description, sequential circuits and test bench. Register transfer level (RTL) description of a logical circuit and design rules for automatic logic synthesis. An example of small digital system design from algorithm specification to hardware implementation. Overview of the design according to performance, size, price, power consumption and development time. Design of a microcomputer: architecture, specification, instructions description and cycle based instructions execution. Specification, description and integration of building blocks (memory, processor, control logic, interface) in a hardware description language. Development of test benches for verification of the digital system.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. A. Trost, Načrtovanje digitalnih vezij v jeziku VHDL, Založba FE/FRI, 2011.
2. M. Ercegovac, T. Lang, J. H. Moreno, Introduction to Digital Systems, John Wiley & Sons, 1999.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
<p>Osvojiti načrtovalske postopke pri zasnovi digitalnih elektronskih sistemov za različne ciljne tehnologije. Pridobiti znanje za praktično izdelavo digitalnega elektronskega sistema na podlagi načrtovalskih zahtev.</p>	<p>Acquire knowledge of digital electronic systems design using various technologies. Practical implementation of a digital electronic system based on design requirements.</p>

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Študent bo znal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • razložiti modeliranje digitalnih sistemov • uporabiti ustrezne metode razvoja vezij • opisati zasnovo in izvedbo digitalnega sistema • ovrednotiti različne tehnološke izvedbe razviti logično vezje za določeno naloge 	<p>The student will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • explain digital systems modelling • use appropriate design method • describe design and implementation of a digital system • evaluate different technology implementations • develop digital logic for a specified task

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
<p>Predavanja s praktičnimi prikazi in laboratorijske vaje za utrditev teoretičnih osnov in izvedbo digitalnih sistemov.</p>	<p>Lectures with practical demonstrations and laboratory practice for learning basic theory and implementation of the digital systems.</p>

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
<p>Ocena poročil laboratorijskih vaj. Ustno preverjanje znanja. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu.</p>		<p>Laboratory reports. Oral examination. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam.</p>
Ocena poročil laboratorijskih vaj.	40,00 %	Laboratory reports
Ustno preverjanje znanja.	60,00 %	Oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:
1. TROST, Andrej, ŽEMVA, Andrej. Design of custom processors for the FPGA devices. Elektrotehniški vestnik, ISSN 2232-3228, 2012, vol. 79, no. 1/2, str. 55-60
2. TROST, Andrej, ZAJC, Baldomir. Logic emulators in digital systems education. V: International Conference on Computer as a Tool, April, 27., 28., 29. 2011, Lisbon, Portugal. EUROCON 2011
3. TROST, Andrej, ŽEMVA, Andrej. Teaching design of video processing circuits. International journal of electrical engineering education, ISSN 0020-7209, Apr. 2012, vol. 49, no. 2, str. 170-178
4. PAVLIHA, Denis, TROST, Andrej. MPEG-2 multiplexer in FPGA technology = Podatkovni multiplekser MPEG-2 TS v vezju FPGA. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2011, letn. 41, št. 1, str. 53-58
5. PERKO, Klemen, KOCIK, Rémy, HAMOUCHE, Rédha, TROST, Andrej. A modelling-based methodology for evaluating the performance of a real-time embedded control system. Simulation modelling practice and theory, ISSN 1569-190X, Aug. 2011, vol. 19, no. 7, str. 1594-1612

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: Diplomsko delo
Course title: Diploma thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Avtomatika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:

64180D

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					150	6

Nosilec predmeta/Lecturer:

Vrsta predmeta/Course type:

obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:

Vaje/Tutorial:

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

Prerequisites:

Opravljene tekoče obveznosti iz študijskega programa (114 ECTS). Vpis v zaključni letnik programa.

Completed current obligations under the study programme (114 ECTS). Enrolment in the final year of the program.

Vsebina:

V diplomskem 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. Diplomsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.

Content (Syllabus outline):

In the diploma 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 diploma thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:

Študent v diplomskem delu, ki ga izdelal pod vodstvom izbranega mentorja s Fakultete za elektrotehniko UL, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike.

Objectives and competences:

The diploma 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.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:
 - samostojno definirati strokovni problem,
 - pridobiti in uporabiti strokovno literaturo,
 - analizirati različne možne poti za rešitev problema,

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course, students should be able to:
 - independently define an expert problem,
 - acquire and use professional literature,

<ul style="list-style-type: none"> - rešiti konkretné náloži z področja elektrotehniky z uporabo znanj in spretnosti pridobljenih med študijem, - pisno in ustno predstaviti metodologijo in rezultate dela, - voditi projekt. 	<ul style="list-style-type: none"> - analyze of different paths towards resolving the problem, - resolve specific problems in the field of Electrical Engineering using the knowledge and skills gained during the course of study - present methodology and results of work in writing and orally, - run the project.
---	--

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 diplomskega dela (5-10).		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 defence of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the diploma 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:	Diplomsko delo
Course title:	Diploma thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektronika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64180D
---	--------

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					150	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
----------------------------	--

Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course
-----------------------------	-----------------------------------

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti: Opravljene tekoče obveznosti iz študijskega programa (114 ECTS). Vpis v zaključni letnik programa.	Prerequisites: Completed current obligations under the study programme (114 ECTS). Enrolment in the final year of the program.
--	--

Vsebina: V diplomskem 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. Diplomsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.	Content (Syllabus outline): In the diploma 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 diploma thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.
---	--

Temeljna literatura in viri/Readings:	
--	--

Cilji in kompetence: Študent v diplomskem delu, ki ga izdelava pod vodstvom izbranega mentorja s Fakultete za elektrotehniko UL, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike.	Objectives and competences: The diploma 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.
---	--

Predvideni študijski rezultati: Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - samostojno definirati strokovni problem, - pridobiti in uporabiti strokovno literaturo, - analizirati različne možne poti za rešitev problema,	Intended learning outcomes: After successful completion of the course, students should be able to: - independently define an expert problem, - acquire and use professional literature,
--	---

<ul style="list-style-type: none"> - rešiti konkretné náloži z področja elektrotehniky z uporabo znanj in spretnosti pridobljenih med študijem, - pisno in ustno predstaviti metodologijo in rezultate dela, - voditi projekt. 	<ul style="list-style-type: none"> - analyze of different paths towards resolving the problem, - resolve specific problems in the field of Electrical Engineering using the knowledge and skills gained during the course of study - present methodology and results of work in writing and orally, - run the project.
---	--

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 diplomskega dela (5-10).		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 defence of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the diploma 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: Diplomsko delo
Course title: Diploma thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Energetika in mehatronika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64180D

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					150	6

Nosilec predmeta/Lecturer: [Redacted]

Vrsta predmeta/Course type: obvezni predmet/compulsory course

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

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

Opravljene tekoče obveznosti iz študijskega programa (114 ECTS). Vpis v zaključni letnik programa.	Completed current obligations under the study programme (114 ECTS). Enrolment in the final year of the program.
--	---

Vsebina:

V diplomskem 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. Diplomsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.	In the diploma 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 diploma thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.
--	--

Temeljna literatura in viri/Readings:

[Redacted]

Cilji in kompetence:

Študent v diplomskem delu, ki ga izdelava pod vodstvom izbranega mentorja s Fakultete za elektrotehniko UL, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike.	Objectives and competences: The diploma 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.
--	---

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - samostojno definirati strokovni problem, - pridobiti in uporabiti strokovno literaturo, - analizirati različne možne poti za rešitev problema,	Intended learning outcomes: After successful completion of the course, students should be able to: - independently define an expert problem, - acquire and use professional literature,
--	--

<ul style="list-style-type: none"> - rešiti konkretné náloži z področja elektrotehniky z uporabo znanj in spretnosti pridobljenih med študijem, - pisno in ustno predstaviti metodologijo in rezultate dela, - voditi projekt. 	<ul style="list-style-type: none"> - analyze of different paths towards resolving the problem, - resolve specific problems in the field of Electrical Engineering using the knowledge and skills gained during the course of study - present methodology and results of work in writing and orally, - run the project.
---	--

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 diplomskega dela (5-10).		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 defence of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the diploma 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: Diplomsko delo
Course title: Diploma thesis

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64180D

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
					150	6

Nosilec predmeta/Lecturer: [Redacted]

Vrsta predmeta/Course type: obvezni predmet/compulsory course

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

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

Prerequisites:

Opravljene tekoče obveznosti iz študijskega programa (114 ECTS). Vpis v zaključni letnik programa.	Completed current obligations under the study programme (114 ECTS). Enrolment in the final year of the program.
--	---

Vsebina:

Content (Syllabus outline):

V diplomskem 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. Diplomsko delo je lahko tudi rezultat dela več študentov, pri čemer mora biti jasno razviden prispevek posameznega študenta.	In the diploma 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 diploma thesis; in such a case, each student's contribution must be made clear.
--	--

Temeljna literatura in viri/Readings:

[Redacted]

Cilji in kompetence:

Objectives and competences:

Študent v diplomskem delu, ki ga izdelal pod vodstvom izbranega mentorja s Fakultete za elektrotehniko UL, dokaže, da je sposoben samostojnega reševanja problemov s področja elektrotehnike.	The diploma 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.
---	--

Predvideni študijski rezultati:

Intended learning outcomes:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: - samostojno definirati strokovni problem, - pridobiti in uporabiti strokovno literaturo, - analizirati različne možne poti za rešitev problema,	After successful completion of the course, students should be able to: - independently define an expert problem, - acquire and use professional literature,
--	---

<ul style="list-style-type: none"> - rešiti konkretné náloži z področja elektrotehniky z uporabo znanj in spretnosti pridobljenih med študijem, - pisno in ustno predstaviti metodologijo in rezultate dela, - voditi projekt. 	<ul style="list-style-type: none"> - analyze of different paths towards resolving the problem, - resolve specific problems in the field of Electrical Engineering using the knowledge and skills gained during the course of study - present methodology and results of work in writing and orally, - run the project.
---	--

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 diplomskega dela (5-10).		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 defence of the thesis on a scale of 5 to 10. Based on these two grades, the committee determines the final grade of the diploma 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:	Diskretni signali in sistemi
Course title:	Discrete Signals and Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektronika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64153

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Andrej Levstek

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:

Vzorčenje, spekter idealno vzorčenega signala, rekonstrukcija časovno zveznega signala, teorem o vzorčenju. Vrste diskretnih signalov (periodični, aperiodečni, naključni)
 Spektralna analiza diskretnih signalov
 (časovno diskretna Fourierova transformacija TDFT, diskretni Fourierov transform - DFT).
 Časovno diskretni linearni časovno nespremenljivi (LTI) sistemi (gradniki sistemov, kavzalnost, stabilnost).
 Opisovanje diskretnih LTI sistemov (diferenčna enačba, impulzni odziv, frekvenčni odziv, z-transformacija, sistemski funkciji). Lastnosti LTI sistema na osnovi lege polov in ničel sistemski funkcije (stabilnost, zrcaljenje ničel, fazni sukalnik, sistemi z linearno fazo, kaskadna vezava)
 Diskretni filtri (bločna shema in diagram pretoka, strukture diskretnih filtrov, osnovne filterske karakteristike). Načrtovanje FIR filtrov (načrtovanje z oknenjem, frekvenčne preslikave FIR sit, načrtovanje optimalnih FIR filtrov)
 Načrtovanje IIR filtrov (impulzno invariantna metoda, bilinearna preslikava)
 Sistemi z več frekvencami vzorčenja (decimacija, interpolacija, uporaba interpolacije pri rekonstrukciji)
 Digitalna obdelava signalov (kvantizacijski šum, vpliv kvantizacije koeficientov, praktične izvedbe)

Content (Syllabus outline):

Sampling, spectrum of naturally sampled signal, reconstruction of continuous-time signal, sampling theorem, frequency aliasing.
 Classification and properties of discrete signals(periodic, aperiodic, random signals)
 Spectral analysis of discrete signals: discrete time Fourier transform TDFT, discrete Fourier transform DFT.
 Discrete linear time invariant systems (LTI):
 Characterization of LTI systems: difference equation, impulse response, frequency response, system function, z-transform.
 Location of poles and zeroes: stability, phase shift, linear phase systems.
 Discrete filters: block scheme, signal flow graph, structures, digital filter specifications.
 FIR filter design: windowing, frequency transformations, equiripple filter design.
 IIR filter design: invariant impulse response method, bilinear transformation.
 Multirate systems: decimation, interpolation.
 Effects of digital implementation: quantisation noise, effects of coefficient quantisation.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- | |
|---|
| 1. S. Tomažič, S. Leonardis: Diskretni signali in sistemi, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2004 |
| 2. S. K. Mitra, Digital signal processing: a computer based approach, fourth edition, McGraw-Hill, 2011 |

Cilji in kompetence:

Osnovne lastnosti časovno diskretnih signalov. Zveze med diskretnimi in časovno zveznimi signali.
Uporaba DFT-ja za spektralno analizo zveznih signalov.
Digitalna obdelava signalov z digitalnimi filterji.
Posebnosti FIR sistemov, ki jih časovno zveznih sistemih ne moremo realizirati.
Pomen pravilne izbire strukture sistema na degradacijo karakteristike zaradi končne točnosti koeficientov.

Objectives and competences:

Basic properties of discrete signals.
Relations between discrete and continuous-time signals due to sampling and reconstruction.
Spectral analysis of analogue signals using DFT
Advantages and drawbacks of FIR filters
Advantages and drawbacks of IIR filters
Significance of proper structure selection for fixed point implementations

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni:

- podati razliko med lastnostmi časovno zveznih in diskretnih signalov,
- izračunati oceno spektra analognega signala z uporabo diskretne Fouriereve transformacije,
- izračunati ustrezeno vzorčevalno frekvenco in potreben protiprekrvni filter za zajem analognega signala,
- podati primerjavo med lastnostmi FIR in IIR diskretnih sistemov,
- izračunati koeficiente diskretnega FIR filtra z uporabo okenske metode in koeficiente diskretnega IIR filtra z uporabo bilinearne transformacije,
- izbrati vrsto filtra in strukturo, primerno za implementacijo z mikrokrumilnikom za dani problem,
- oceniti vpliv kvantizacije signala na moč izhodnega šuma.

Intended learning outcomes:

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

- describe the main differences between continuous and discrete signals,
- compute the approximate spectrum of an analogue signal by using DFT,
- determine a suitable sampling frequency and the required antialiasing filter for the acquisition of an analogue signal,
- compare the main features of FIR and IIR, discrete systems,
- compute the coefficients of a digital FIR filter using the windowing method, and the coefficients of a digital IIR filter using the bilinear transformation method,
- select filter type and structure suitable for microcontroller implementation for a given problem,
- estimate the impact of signal quantisation on the output noise power.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, avditorne in laboratorijske vaje, domače naloge.

Learning and teaching methods:

Lectures, tutorial, homework

Načini ocenjevanja:

Način: laboratorijske vaje, domače naloge, 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: domače naloge laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit

Delež/Weight

Type: laboratory exercises, homework, 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: coursework laboratory exercises written exam oral examination

domače naloge

10,00 %

coursework

laboratorijske vaje

10,00 %

laboratory exercises

pisni izpit

40,00 %

written exam

ustni izpit

40,00 %

oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

- | |
|--|
| 1. LEVSTEK, Andrej, MEDIČ, Igor, PERŠIČ, Boštjan. Frequency domain analysis of the influence of circuit parameters on oscillation frequency. AEÜ, ISSN 1434-8411. [Print ed.], 2003, vol. 57, no. 6, str. 423-425. |
| 2. LEVSTEK, Andrej, FURLAN, Jože. Microscopic electric field in the surroundings of ionized impurities in semiconductor. Journal of electrostatics, ISSN 0304-3886. [Print ed.], 2003, vol. 57, str. 59-68. |

3. FURLAN, Jože, GORUP, Žarko, LEVSTEK, Andrej, AMON, Slavko. Thermally assisted tunneling and the Poole-Frenkel effect in homogenous a-Si. *Journal of applied physics*, ISSN 0021-8979, 2003, vol. 94, no. 12, str. 7604-7610.
4. LEVSTEK, Andrej, PIRC, Matija. Načrtovanje umetne linije za standardni sušani par. *Elektrotehniški vestnik*, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2008, letn. 75, št. 3, str. 91-96.
5. LEVSTEK, Andrej. Amplitude stabilization in quadrature oscillator for low harmonic distortion = Stabilizacija amplitude v kvadraturnem oscilatorju za nizko harmonično popačenje. *Informacije MIDEM*, ISSN 0352-9045, 2013, letn. 43, št. 3, str. 185-192.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Električni stroji
Course title:	Electric Machines

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64117
---	-------

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			85	7

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:

Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.
----------------	--------------------------------------

Vsebina:

Skupne osnove električnih strojev: nazivni podatki in vrste obratovanja električnih strojev, magnetno polje, induciranje napetosti, elektromagnetni navor, izgube in izkoristek, segrevanje električnih strojev. Obravnavanje osnovnih električnih strojev: transformatorji, avtotransformatorji, sinhronski stroji, asinhronski stroji in komutatorski stroji. Predstavitev in obravnavna sodobnih električnih strojev ter njihova uporaba pri: generaciji električne energije obnovljivih virov energije, avtomatizaciji industrijskih procesov, prevoznih sredstvih – hibridna vozila, robotiki, superprevodnih sistemih, električnih orodijih in mikro-elektromehanskih sistemih.

Content (Syllabus outline):

A common base of electric machines: the nominal data types and operation of electrical machines, magnetic field, induced voltage, electromagnetic torque, losses and efficiency, heating of electrical machines. Addressing basic electrical machines: transformers, autotransformatorji, synchronous machines, induction machines and commutator machines. Presentation and discussion of modern electrical machines and their use at electricity generation using renewable energy, automation of industrial processes, transport vehicles - hybrid vehicles, robotics, superconducting systems, power tools and micro-electromechanical systems.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Damijan Miljavec, Peter Jereb: Električni stroji – temeljna znanja, Ljubljana, 2016.
2. Stephen J. Chapman, Electric Machinery Fundamentals, McGraw-Hill Higher Education; 5 edition, 2011.
3. Austin Hughes, Bill Drury: Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications, Newnes, 4th Revised edition edition, 2013.
4. Dino Zorbas, Electric Machines, Nelson Engineering, 2014.
5. P. C. Sen, Principles of Electric Machines and Power Electronics, John Wiley & Sons; 3rd Edition, 2013.

Cilji in kompetence:

Cilj predmeta je pridobiti teoretična znanja potrebna za razumevanje osnovnih pojmov o električnih strojih in principov delovanja različnih tipov električnih strojev.

Objectives and competences:

The aim of this course is to gain theoretical knowledge needed to understand the basic concepts of electrical machines and principles of operation of various types of

Poznavanje osnovnih modelnih vezij in vhodno izhodnih karakteristik električnih strojev. Razumevanje osnovnih preizkusov s področja električnih strojev. Podatki smernice razumevanja operativnih problemov v industriji električnih strojev.	electrical machines. Knowledge of the basic electric machines circuit models and input-output characteristics of electrical machines. Understanding of basic tests in the field of electrical engineering. Provide guidance for understanding the operational problems of electrical machines.
---	--

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:
 -predstaviti osnove elektromehanske pretvorbe energije,
 -pojasniti temeljne pojme o navoru in mehanskem ravnotežju,
 -razložiti delovanja električnih transformatorjev, generatorjev in motorjev,
 -izračunati osnovne karakteristike različnih tipov električnih strojev,
 -analizirati enostavne preizkuse s področja električnih strojev,
 -pojasniti problematiko izdelave in oblikovanja električnih strojev.

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course, students should be able to:
 - present the basics of electromechanical energy conversion,
 -clarify the basic concepts of torque and mechanical equilibrium,
 -explain the operation of electric transformers generators and motors,
 -calculate the basic characteristics of different types of electric machines,
 - analyze simple tests in the field of electric machines,
 -explain the problem of the manufacture and design of electrical machines.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, avditirne vaje in laboratorijske vaje.
 Laboratorijske vaje so s povišano nevarnostjo (visoka napetost, vrteči se deli,...)
 Predmet je sestavljen iz 45 ur predavanj, 15 ur avditirnih vaj in iz 30 ur laboratorijskih vaj s povišano nevarnostjo.

Learning and teaching methods:

Lectures, tutorials and laboratory work.
 Laboratory exercises are with heightened risk (high voltage, rotating parts, ...).
 The course consists of 45 hours of lectures 15 hours of tutorial and 30 hours of laboratory exercises with heightened risk.

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 ALI 2.Način: laboratorijske vaje, 2 kolokvija, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Kandidat lahko opravi pisni izpit tudi z dvema kolokvijema, pri čemer mora na vsakem kolokviju doseči vsaj 50 % možnih točk. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. laboratorijske vaje Kolokvij 1 in 2 Ustni izpit		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 final grade: laboratory exercises written exam oral examination OR 2. Type: laboratory exercises, two colloquia, oral exam Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. The candidate can pass a written exam with two colloquia; achieving at every midterm at least 50% of the points. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises two colloquia oral examination
laboratorijske vaje	10,00 %	laboratory exercises
Kolokvij 1 in 2	30,00 %	two colloquia
Ustni izpit	60,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

- 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. MILJAVEC, Damijan, JEREB, Peter. *Električni stroji : temeljna znanja*. 2. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2016.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: Elektrodinamika
Course title: Electrodynamics

Študijski programi in stopnja Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Študijska smer Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	Letnik 3. letnik	Semestri Zimski
---	--	----------------------------	---------------------------

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64167

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	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:

Ponovitev osnov elektrotehnike: električna vezja kot nič-dimenzijska naloga. TEM električni vodi kot eno-dimenzijska naloga, telegrafska enačba. Karakteristična impedanca in odbojnost v časovnem prostoru. Odbojnost in valovitost v frekvenčnem prostoru, stojni val. Vod z izgubami v frekvenčnem prostoru. Tridimenzijske naloge, ponovitev matematike: koordinatni sistemi, Lame-jevi koeficienti, diferencialne operacije v prostoru. Maxwell-ove enačbe iz integralne oblike v diferencialno, Poynting-ov izrek, valovni enačbi za električno in magnetno polje. Vektorski potencial, Lorentz-ov pogoj, valovni enačbi za skalarni in vektorski potencial, reševanje valovnih enačb za potenciale. Potenciali in točno elektromagnetno polje tokovnega elementa, razvrstitev členov na statično, dinamično in izsevano polje, velikostni razredi členov kot funkcija razdalje in frekvence, sevalna upornost in izkoristek. Ravninski elektromagnetni val v neomejenem prostoru, valovni vektor. Kompleksni valovni vektor, popolni odboj in tuneliranje valovanja. Elektromagnetno polje v omejenem prostoru kot vsota ravninskih valov. Eno-dimenzijski stojni val v kovinskem valovodu, fazna in skupinska hitrost. Več-dimenzijski stojni val v votlinskem rezonatorju. Elektromagnetno valovanje v snovi z izgubami, vdorna globina in kožni pojav. Kvaliteta tuljav in rezonatorjev. Slabljenje TEM vodov. Mikrotrakasti vod.

Content (Syllabus outline):

Electricity fundamentals refresher: electrical circuits as a zero-dimensional problem. TEM transmission lines as a one-dimensional problem, telegrapher's equation. Characteristic impedance and reflection coefficient in time domain. Reflection coefficient and standing-wave ratio in frequency domain. Three-dimensional problems, mathematics refresher: coordinate systems, Lame coefficients, differential operations in space. Conversion of Maxwell equations from integral into differential form, Poynting theorem, wave equations for electric and magnetic field. Vector potential, Lorentz choice, wave equations for scalar and vector potential, solutions of potential equations. Potentials and exact electromagnetic field of a current element, static, dynamic and radiation terms, magnitudes of different terms as a function of frequency and distance, radiation resistance and efficiency. Electromagnetic waves in unlimited space, wave vector. Complex wave vector, total reflection and tunnelling. Electromagnetic field in confined space as a sum of free-space waves. One-dimensional standing wave in metal waveguides, phase and group velocity. Multi-dimensional standing wave in cavity resonators. Electromagnetic waves in lossy media, penetration depth and skin effect. Quality of inductors and resonators. Attenuation of TEM transmission lines. Microstrip line.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Učbenik / textbook:
<http://antena.fe.uni-lj.si/literatura/ed.pdf>
2. Priprava (zapiski) predavanj / lecture notes:
<http://antena.fe.uni-lj.si/literatura/ed.zap.pdf>
3. Zbirka nalog tihih vaj / collection of exam problems:
<http://antena.fe.uni-lj.si/literatura/ed.tv.pdf>
4. Rešitve nalog tihih vaj / collection of exam solutions:
<http://antena.fe.uni-lj.si/literatura/ed.res.pdf>
5. Navodila za laboratorijske vaje / instructions for laboratory experiments:
http://antena.fe.uni-lj.si/studij/eld/navodila_eld.php

Cilji in kompetence:

Spoznavanje osnovnih zakonitosti dinamičnega električnega polja. Spoznavanje pojavov na električnih vodih. Spoznavanje pojava sevanja, ki je osnova brezvrvične (radijske) zveze. Spoznavanje različnih dinamičnih elektromagnetnih pojavov v neomejenem prostoru, v omejenem prostoru, v brezgubni snovi in v snovi z izgubami.

Objectives and competences:

Learning fundamental properties of dynamic electromagnetic fields. Learning phenomena on transmission lines. Learning radiation as the basis of wireless communications. Learning different electromagnetic effects in infinite and confined space, in lossless and lossy media.

Predvideni študijski rezultati:

Poznavanje in razumevanje osnov dinamičnega elektromagnetnega polja, električnih vodov, mehanizma sevanja elektromagnetnih valov, valovanja v neomejenem in omejenem prostoru, valovanja v snovi z izgubami.

Intended learning outcomes:

Knowledge and understanding the basics of dynamic electromagnetic fields, transmission lines, radiation mechanisms, waves in infinite and confined space, waves in lossy media.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, na katerih se študent seznaní s teoretičnimi osnovami, in laboratorijske vaje, kjer snov predavanj preveri s praktičnimi poskusi in naloge skuša reševati v duhu timskega dela.

Learning and teaching methods:

Lectures for theoretical background and laboratory experiments to practically confirm the theory working in a team environment.

Načini ocenjevanja:

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 (izboljša skupno pozitivno končno oceno na neobveznem ustnem izpitu)

Delež/Weight**Assessment:**

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 (optional oral examination as well as improving a final positive grade)

pisne tihe vaje	50,00 %	written midterm exams
-----------------	---------	-----------------------

laboratorijske vaje	50,00 %	laboratory exercises
---------------------	---------	----------------------

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 MDEM, ISSN 0352-9045, jun. 2012, letn. 42, št. 2, str. 115-122.
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 MDEM, 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:	Elektroenergetska omrežja in naprave
Course title:	Electrical Power Networks and Devices

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Energetika in mehatronika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64155

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Boštjan Blažič

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:

Razvoj elektroenergetskega omrežja in splošna delitev električnih omrežij. Kompleksne veličine in sistemi komponent. Mehanski parametri nadzemnih vodnikov, oblikovanje vodov in električni parametri vodov. Sestava energetskih visokonapetostnih kablov, izvedbe kablov, imitance enožilnih in trožilnih kablov. Kriteriji za dopustno obremenljivost električnih omrežij. Električni parametri dvonavitnih in tronavitnih transformatorjev, sinhronskih generatorjev in asinhronskih strojev. Vrste stikalnih postaj z različnimi izvedbami stikališč. Visokonapetostna stikalna tehnika - odklopniki in drugi stikalni aparati. Klasični kompenzatorji jalove moči, pasivni filtri in dušilke. Sodobne kompenzacisce naprave z modulih močnostne elektronike. Razpršeni viri energije in aktivna distribucijska omrežja.

Content (Syllabus outline):

Development of electric power networks and general division of power networks. Complex quantities and systems of components. Mechanical parameters of overhead power lines, construction of lines, and electrical parameters of power lines. Composition of high voltage power cables, construction of power cables, impedances of single-core and three-core cables. Loading criteria of power networks. Electrical parameters of two winding and three winding transformers, synchronous generators and asynchronous machines. Types of power substations with different implementations of switchyards. High voltage switching technology – circuit breakers and other switching devices. Classical power factor correction devices, passive filters and reactors. Modern compensation devices with power electronics modules. Distributed power sources and active distribution networks.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Papič I., Žunko P., Elektroenergetska tehnika I (Electric Power Engineering I), Založba FE in FRI, 2009.
2. Kiessling, F., Nefzger P., Nolasco J.F., Kaintzyk U., Overhead Power Lines: Planning, Design, Construction, Springer Verlag, 2003.
3. William H. Kersting, Distribution System Modeling and Analysis, CRC Press, 2002.
4. Ramasamy Natarajan, Power system capacitors, Taylor & Francis, 2005.

Cilji in kompetence:

Študent bo poznal glavne elemente in naprave elektroenergetskega omrežja. Pridobil bo osnovno znanje o modeliranju in parametrih elektroenergetskih elementov pri matematični analizi elektroenergetskih sistemov.

Objectives and competences:

The student will acquire the knowledge of main elements and devices of electrical power networks and the basic knowledge of mathematical modelling and parameters of electrical power elements used in power systems analysis.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:

- opisati strukturo elektroenergetskega omrežja in funkcije glavnih gradnikov omrežja,
- razložiti pristope k modeliranju elementov in naprav elektroenergetskega omrežja,
- določiti parametre modelov elementov in naprav,
- analizirati delovanje sistema s pomočjo simetričnih komponent,
- razviti model elektroenergetskega omrežja,
- presoditi ustreznost modelov omrežja glede na obravnavano problematiko.

Intended learning outcomes:

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

- describe the power system structure and the functions of main power network elements,
- explain the approach to modelling of power system elements and devices,
- define the parameters of models of power system elements and devices,
- analyze system operation with the use of symmetrical components,
- develop a power system model,
- evaluate the adequacy of the power-system models based on the analyzed problem.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, avditorne vaje, laboratorijske vaje.

Learning and teaching methods:

Lectures, tutorials (auditory practice and laboratory work).

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

Pogoj za opravljanje ustnega izpita je pozitivna ocena poročila o opravljenih vajah. Pisni izpit Ustni izpit Ocena poročila laboratorijskih vaj 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, pri čemer se upošteva tudi poročilo z laboratorijskih vaj. Kandidat lahko opravi pisni izpit tudi z dvema kolokvijema, pri čemer mora na vsakem kolokviju doseči vsaj 50 % možnih točk. Laboratorijske vaje so obvezne. Ocenjevalna lestvica: nezadostno (5), zadostno (6), dobro (7), prav dobro (8), prav dobro (9), odlično (10).		The prerequisite for the oral exam is a positive assessment of tutorials report. Written examination Oral examination Grade of tutorials report Written and oral exam. The candidate should score a minimum of 50 % of the written exam points to take the oral exam. The final grade is given on the basis of the result of the written and oral examination, taking into account the grade of tutorials report. Instead of the written exam, the candidate can take two partial written exams, and should score a minimum of 50 % of the points at each one of them. Laboratory work is mandatory. Grading: unsatisfactory (5), sufficient (6), good (7), very good (8), very good (9), excellent (10).
Pisni izpit	40,00 %	Written examination
Ustni izpit	30,00 %	Oral examination
Ocena poročila laboratorijskih vaj	30,00 %	Grade of tutorials report

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. HERMAN, Leopold, BLAŽIČ, Boštjan, PAPIČ, Igor. Pregled in primerjava sodobnih kompenzacijskih naprav za kompenzacijo jalove moči in filtriranje harmonikov. V: *Enajsta konferenca slovenskih elektroenergetikov, Laško, 27.-29. maj 2013.*
2. KOLENC, Marko, PAPIČ, Igor, BLAŽIČ, Boštjan. Minimization of losses in smart grids using coordinated voltage control. *Energies* (Basel), Oct. 2012, vol. 5, no. 10, str. 3768-3787, ilustr.
3. BOBNAR, Matjaž, PAPIČ, Igor, BIZJAK, Jurij, BLAŽIČ, Boštjan. Development planning of the electric power network at the Ravne steelworks. *Elektrotehniški vestnik*. [English print ed.], 2012, vol. 79, no. 5, str. 242-247.

4. BLETTERIE, Benoit, GORŠEK, Aljaž, FAWZY, Yehia Tarek, PREMM, Daniel, DEPREZ, Wim, TRUYENS, Filip, WOYTE, Achim, BLAŽIČ, Boštjan, ULJANIĆ, Blaž. Development of innovative voltage control for distribution networks with high photovoltaic penetration. *Progress photovoltaics*, 2011, str. 747-759.
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:	Elektroenergetski sistemi
Course title:	Electric Power Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Energetika in mehatronika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64163

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	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:

Delovanje elektroenergetskih sistemov, vloga generatorjev, vloga in zahteve bremen, model elektroenergetskega sistema za statično analizo, metode za izračun pretokov moči, izračun optimalnih pretokov moči glede na različne kriterije, napoved obremenitev in rezerve delovne moči, regulacija delovne moči in frekvence, regulacija napetosti in jalove moči, zagotavljanje sistemskih storitev, vpliv trga z električno energijo na delovanje elektroenergetskega sistema, zanesljivost elektroenergetskega sistema.

Content (Syllabus outline):

Power system operation, modeling of power system elements, methods for power flow calculation, optimal power flow calculation, short-term load forecasting, active power and frequency control, reactive power and voltage control, ancillary service procurement, impact of energy markets on power system operation, power system reliability, security of supply.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Gubina F., Delovanje elektroenergetskega sistema, Založba ULFE, 2006
2. Gubina, F., Ogorelec, A., Vodenje EES, SLOKO CIGRE, Ljubljana, 1997
3. Wood, A.J., Power generation, operation and control, Wiley, 1996
4. Kundur, P., Power System Stability and Control, Mc Graw Hill, 1994
5. Anders, G.J., Probability concepts in electric power systems, Wiley, 1990.

Cilji in kompetence:

Študenti si bodo ustvarili celostno sliko o delovanju elektroenergetskega sistema in vlogi posameznih elementov (generator, breme, vod, transformator itn.) pri zagotavljanju kakovostne električne energije porabnikom. Predmet podaja osnove statične obravnave delovanja elektroenergetskega sistema po končanju prehodnih pojavov. Te analize zahtevajo

Objectives and competences:

Students will obtain an overview of operation of electric power systems (generators, loads, transmission lines, transformers etc.). This course presents methods for power flow calculation, explains optimal power flows and the optimization objectives. Students will become familiar with the role of system reserves, ancillary services especially with active power and frequency

<p>pregled modelov elementov elektroenergetskega sistema za izračun pretokov moči. Sledi obravnavo metod za izračun pretokov moči v omrežju in optimalnega delovanja elektroenergetskega sistema glede na različne kriterije. Študenti spoznajo vlogo rezerve moči ter regulacije frekvence in delovne moči, regulacije napetosti in jalove moči in zagotavljanje ostalih sistemskih storitev. Bistveni so tudi koncepti zanesljivosti v obratovanju elektroenergetskega sistema.</p>	<p>control and reactive power and voltage control, the impact of energy markets on power system operation, concepts of reliable operation of power systems, security of supply. Also they will learn how to forecast the system loading – consumption.</p>
---	--

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razviti matematične modele osnovnih gradnikov elektroenergetskega sistema (generator, breme, vod, transformator), - izračunati pretoke moči po elektroenergetskem omrežju in izvajati ostale statične analize obratovanja elektroenergetskega sistema (sigurnostne analize itd.), - reševati osnovne probleme na področju obratovanja elektroenergetskih sistemov, - ocenjevati zanesljivost delovanja elektroenergetskega sistema, - interpretirati osnovne principe delovanja trga z električno energijo in sistemskimi storitvami, - kritično ovrednotiti osnovne mehanizme pri načrtovanju elektroenergetskih sistemov. 	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> - develop mathematical models of basic elements of electric power system (generator, load, line, transformer), - calculate power flows through the network and perform other static analyses of power system operation (contingency analyses etc.), - solve basic problems in the field of power system operation, - assess power system reliability, - interpret basic principles of electric energy and ancillary service markets, - evaluate basic mechanisms in the field of power system development and planning.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja in vaje za utrjevanje pridobljenega znanja.	Lectures and exercises.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: avditorne in 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: avditorne in laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: auditory and laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of auditory and laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: auditory and laboratory exercises written exam oral examination
avditorne in laboratorijske vaje	50,00 %	auditory and laboratory exercises
pisni izpit	25,00 %	written exam
ustni izpit	25,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:
1. BOŽIČ, Dušan, PANTOŠ, Miloš. Impact of electric-drive vehicles on power system reliability. Energy, 2015, vol. 83, str. 511-520.
2. 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
3. PANTOŠ, Miloš. Stochastic optimal charging of electric-drive vehicles with renewable energy. Energy, 2011, vol. 36, no. 11, str. 6567-6576.
4. 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.
5. DOLINAR, Matjaž, DOLINAR, Drago, PANTOŠ, Miloš. Voltage security constrained minimization of power losses in an electric power system. Compel, 2009, vol. 28, iss. 3, str. 613-625.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Elektronika v avtomatiki
Course title:	Electronics in Automation

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Avtomatika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64131

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Boštjan Murovec

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:

Analogna elektronika senzorskih in vgrajenih sistemov. Operacijski ojačevalniki in z njimi izvedena vezja analognega prevajanja in procesiranja signalov: napetostni primerjalnik, napetostni sledilnik, neinvertirajoči in invertirajoči napetostni ojačevalnik, seštevalnik, odštevalnik, instrumentacijski ojačevalnik, vezja za prilagajanje napetostnih območij, tokovno-napetostni pretvornik, dajalnik temenske napetosti, Schmittov prožilnik, izvedba napetostnih referenc. D/A in A/D pretvorniki: tipi in uporaba v vezjih. Upori, kondenzatorji, vgrajeni in parazitni RC in CR členi ter diode. Vsa vezja so ilustrirana s primeri uporabe. Obravnava je izrazito neidealizirana, poudarjene so realne karakteristike in njihovi parazitni vplivi na delovanje vezij. Neidealnosti so analizirane in ilustrirane s konkretnimi podatki proizvajalcev. Demonstrirane so razlike med izbranimi modeli operacijskih ojačevalnikov. Podan je zajem signalov napetostnih, tokovnih in uporovnih senzorjev na praktičnih primerih. Celostno so obravnavane neidealnosti, ki največkrat otežujejo izvedbo preciznih senzorskih sistemov: napetostni premik, vhodni mirovni tok, tokovni premik, vhodna in izhodna notranja upornost, vpliv končnega ojačenja, frekvenčna meja, rejekcijski faktor, nestabilnost napajalne napetosti, omejena hitrost spremenjanja izhodne napetosti, vpliv kapacitivnosti bremena, lezenje, šum, temperaturne odvisnosti.

Content (Syllabus outline):

Analog electronics for sensors and embedded systems. Operational amplifiers and circuits for analog signal conditioning and processing: voltage comparator, voltage follower, inverting and non-inverting voltage amplifier, adder, subtractor, instrumentation amplifier, adjustment of voltage ranges, current-to-voltage converter, peak detector, Schmitt trigger, voltage references. D/A and A/D converters: types and their use in circuits. Resistors, capacitors, built-in and parasitic RC and CR combinations, diodes. All circuits are illustrated with examples. Analyses and descriptions are highly non-idealized, and they highlight the real characteristics and their parasitic influences on the functioning of the circuits. Non-idealities are analyzed and illustrated with datasheets from manufacturers. Demonstrated are differences between the selected models of operational amplifiers. Described is capturing of signals from voltage, current and resistive sensors with practical examples. Non-idealities, which tend to hamper precision sensor systems, are thoroughly analyzed: offset voltage, input bias current, input offset current, input and output internal resistances, impact of non-infinite amplification, frequency limit, common-mode rejection, unstable power supply, slew rate, impact of load capacitance, drift, noise, temperature dependence. Outlined are compensations of offset voltage and input bias current, presented are methods for increasing of

<p>Podani so principi kompenzacije napetostnega premika in vhodnih tokov ter večanje rejekcijskega faktorja. Obravnavana je uporaba dveh operacijskih ojačevalnikov v zanki in popravljanje frekvenčnih karakteristik. Pri neidealnostih AD in DA pretvornikov je poudarek na premiku ničle, premiku polnega območja, napaki ojačenja ter integralni in diferencialni nelinearnosti. Meritve spektrov signalov in opazovanje popačenj.</p> <p>Analogne lastnosti digitalnih sklopov s poudarkom uporabe pri vgrajenih sistemih. Izhodna notranja upornost, vhodna notranja impedanca, poraba energije v povezavi s frekvenco preklopov, vpliv kapacitivnih bremen, tipi digitalnih izhodov (totem pole, open drain). Izvedbe oscilatorjev za mikroprocesorske sisteme. Analogna stikala in multiplekserji z uporabo in neidealnostmi.</p> <p>Praktični vidiki realizacije vezij: problem neidealne mase in napajalnih linij, uporaba blokirnih kondenzatorjev, koncept in uporaba sponek FORCE, SENSE in REF, DC in AC sklopitev signalov, osnove linijskih pojavov.</p>	<p>common-mode rejection ratio. Explained is the use of two operational amplifiers in the loop and correction of frequency characteristics. The most thoroughly discussed non-idealities of AD and DA converters are zero and full-range offset, gain error, integral and differential non-linearity. Demonstrated are measurements of signals' spectra and observations of distortion.</p> <p>Analog characteristics of digital circuits with an emphasis on the use in conjunction with embedded systems: output resistance, input impedance, power consumption in conjunction with switching frequency, the influence of capacitive loads, types of digital outputs (totem pole, open drain). Oscillators for microprocessor systems. Analog switches and multiplexers together with their non-idealities.</p> <p>Practical aspects of circuit realization: non-ideal ground and power lines, the use of blocking capacitors, the concept and use of connections FORCE SENSE and REF, DC and AC coupling, basics of transmission lines.</p>
--	--

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Murovec B., Senzorska elektronika (v izdelavi, študentom je na voljo sproti posodabljana interna verzija, ki odraža trenutno stanje / under construction, students have an access to a frequently updated internal version that reflects the current state).
 2. Murovec B., Vezja in signali v senzorski elektroniki (v izdelavi, študentom je na voljo sproti posodabljana interna verzija, ki odraža trenutno stanje / under construction, students have an access to a frequently updated internal version that reflects the current state).
- Dokler zgornja učbenika nista dokončana ali kot dopolnilo / until the above textbooks are not completed or a supplement
3. Jung W. , Op Amp Applications Handbook, Analog Devices, 2005.
 4. Kester W., The Data Conversion Handbook, Analog Devices, 2005.
 5. Zumbahlen H., Linear Circuit Handbook, Analog Devices, 2008.
 6. Kitchin C., Counts L., A Designer's Guide to Instrumentation Amplifiers (3rd edition), Analog Devices, 2006.

Cilji in kompetence:

Osvojitev konceptov in delovanja analognih vezij, ki se uporabljajo pri realizaciji senzorskih in vgrajenih sistemov. Obravnavana ni idealizirana, ampak so poudarjena odstopanja realnih karakteristik od idealiziranih ter s tem povezane težave, ki nastopajo v praksi.

Objectives and competences:

Mastering the concepts and operation of analog circuits for realization of sensor and embedded systems. Treatment is highly non-idealized and with highlight on deviations from the idealized characteristics and the associated problems that occur in practice.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- zasnovati preprosta do srednje zahtevna nizkofrekvenčna analogna vezja senzorskih vgrajenih sistemov,
- analizirati preproste do srednje zahtevne sheme obstoječih nizkofrekvenčnih senzorskih vezij,
- identificirati glavne neidealnosti elementov senzorskih vezij,
- izvesti preprostejše kompenzacije neidealnosti,
- analizirati frekvenčno odvisnost vezij,

Intended learning outcomes:

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

- design basic and intermediate low-frequency analog circuits for sensor-embedded systems,
- analyze simple to intermediate schematics of existing low-frequency sensor circuits,
- identify main non-idealities of electronic components,
- make basic compensations of nonidealities,
- analyze frequency characteristics of circuits,

<ul style="list-style-type: none"> • empirično in analitično oceniti relativno stabilnost vezij, • izvesti preproste kompenzacije frekvenčne odvisnosti. 	<ul style="list-style-type: none"> • empirically and analytically determine relative stability of circuits, • make simple frequency compensations.
--	--

Metode poučevanja in učenja:

Teoretično znanje obravnavane tematike pridobijo študenti na predavanjih, ki so vsebinsko tesno povezana z vajami. V okviru vaj študenti v praksi spoznajo reprezentativne primere obravnavanih vezij, njihove lastnosti in neidealnosti.

Learning and teaching methods:

Lectures give students theoretical knowledge. Laboratory courses are tightly coupled with lectures, and give true hands-on experience of the lectured topics. Demonstrated is the working of discussed circuits, their non-idealities and methods for their handling.

Načini ocenjevanja:

Pogoj za pristop k izpitu so opravljeni izpiti Osnove elektrotehnike I in II, Polprevodniška elektronika ter pozitivna skupna ocena tedenskih kolokvijev, na katerih se preverja snov predavanj v povezavi z vajami. Ocene so 6-10 (pozitivno) oziroma 5 (negativno). Izpit je sestavljen iz pisnega in ustnega dela, ki je zopet ocenjevan z oceno 6-10 (pozitivno) oziroma 5 (negativno). Končna ocena je sestavljena iz povprečne ocene kolokvijev ter uspeha na pisnem in ustnem izpitu. V primeru solidnega razumevanja snovi na ustnem izpitu se končna ocena ustrezeno poveča. V primeru negativno ocenjenega izpita ostane pozitivna ocena kolokvijev veljavna. Ocjenjevalna lestvica: nezadostno (5), zadostno (6), dobro (7), prav dobro (8), prav dobro (9), odlično (10). Prispevki k oceni: pisni izpit: ustni izpit:

Delež/Weight

A passed exam of Fundamentals of electrical engineering I and II, and Semiconductor electronics are prerequisites for the exam. Before taking an exam students must achieve a cumulative positive assessment of weekly colloquia, in order to verify the comprehension and understanding of lectures in combination with exercises. Ratings are 6-10 (positive) or 5 (negative). Exam consists of a written and an oral part, which again is measured by assessing grades 6-10 (positive) or 5 (negative). The final score is the average grade of colloquia and success in the written and oral examination. A solid understanding of the topics in the oral exam results in grade increase. In the case of a negative exam score the positive grades of colloquia remain valid. Grading scale: insufficient (5), adequate (6), good (7), very good (8), very good (9), excellent (10). Contributions to final grade: written exam: oral examination:

pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	60,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. 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, str. 847-858.
2. MUROVEC, Boštjan, KOCIJANČIČ, Slavko. A USB-based data acquisition system designed for educational purposes. *The international journal of engineering education*, ISSN 0949-149X, 2004, vol. 20, no. 1, str. 24-30.
3. MOČNIK, Jure, GORNIK, Miha, MUROVEC, Boštjan, ŽEMVA, Andrej. A concept to optimize power consumption in smart homes based on demand-side management and using smart switches. *Elektrotehniški vestnik*, ISSN 0013-5852, 2013, letn. 80, št. 5, str. 217-221.
4. MUROVEC, Boštjan, TIEDJE, James M., STRES, Blaž. DNA encoding for an efficient 'Omics processing. *Computer methods and programs in biomedicine*, ISSN 0169-2607, 2010, vol. 100, no. 2, str. 175-190.
5. NAGODE, Klemen, MUROVEC, Boštjan. A complex hydro-power plant dynamic model integrated into the electrical network. *Elektrotehniški vestnik*, ISSN 0013-5852, 2015, letn. 82, št. 4, str. 183-190.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Elektronske komponente in senzorji
Course title:	Electronic Components and Sensors

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektronika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64146

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

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:

Osnove elektrotehnike I/II, Meritve.	Entry-level course on circuit design and measurement techniques.
Pogoj za opravljanje pisnega izpita je pozitivna ocena laboratorijskih vaj.	A positive lab. course grade is a prerequisite to any type of written examination.

Vsebina:

Standardizacija, Zanesljivost, Pospešeno staranje, degradacija, pospešitveni faktor, Linearni upori: pregled struktur, lastnosti in uporabe uporovnih družin, Nelinearni upori: NTC, PTC termistorji, varistorji, Kondenzatorji: pregled struktur, lastnosti in uporabe kondenzatorskih družin plastični, keramični, elektrolitski (mokri, suhi), specialni, Tuljave: tuljave brez jedra, feritna jedra, z/brez reže. Načrtovanje filtrske tuljave z jedrom z režo ter omrežnega transformatorja ter stikalnega napajalnika (buck/boost) Piezoelektrični elementi: PE efekt, aktuatorji, kvarčni kristali, elementi na površinske zvočne valove-SAW Senzorji: Pomembni parametri senzorjev, pregled principov zaznave, obdelava senzorskih signalov, elementi senzorskega sistema, vezja za obdelavo senzorskega signala	Standardization, Reliability, Accelerated aging. Acceleration Factor, Resistors: Review of structures, properties and applications of resistor families, Nonlinear resistors: NTC PTC thermistors, varistors, Capacitors: Review of structures, properties and applications of capacitor families: Plastic, Ceramic. Electrolytic (liquid, solid), Special. Coils: air core, ferrite cores with/without gap. Filter inductor design, Small network transformer design, Buck/boost SMPS operation and design. Piezoelectric elements: Piezoelectric effects. Piezoelectric actuators, Quartz crystals. SAW (Surface Acoustic Wave) devices. Sensors: Essential sensor parameters, Overview of sensing principles, Processing of sensor signals, Components of sensor systems, Sensor signal conditioning circuits
--	---

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Băjenescu, Titu-Marius I, Bâzu, Marius I. "Component reliability for electronic systems", 2010, Boston ; London : Artech House, ISBN 978-1-59693-436-8

2. Maheshwari, Preeti "Electronic components and processes", 2006, New Delhi : New Age International, ISBN 978-81-224-1794-4
3. Fraden, Jacob, "[Handbook of modern sensors : physics, designs, and applications](#)", 2010, Springer, ISBN 1-4419-6465-7
4. Horowitz, Paul, Hill, Winfield "*The art of electronics*", 2008, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-37095-0
5. Solomon, Sabrie "*Sensors handbook*", 2010 , McGraw-Hil ISBN 978-0-07-160570-0
6. Amon, Slavko "Elektronske komponente", 2013, spletni učbenik, Fakulteta za elektrotehniko, dostopen na domači strani predmeta: <http://ek.fe.uni-lj.si/>

Cilji in kompetence:

Cilj predmeta je študentu podati pregled nad lastnostmi elektronskih komponent, ki je nadalje uporabno pri snovanju elektronskih sistemov. Predmet vključuje pregled lastnosti klasičnih linearnih (RLC) in nelinearnih (termistor, varistor) komponent, s poudarkom na izgubnih lastnostih (realni elementi) ter termičnih vplivih na lastnosti elementov.

Drugi del predmeta je posvečen pregledu senzorjev, kjer študent spozna principe zaznavanja, snovanja vezij za zajem in pretvorbo senzorskih signalov in vezij za prenos senzorskih signalov. Predmet daje praktične osnove pri načrtovanju in uporabi elektronskih komponent v elektronskih sistemih v višjih letnikih, podaja osnovo za interdisciplinarno delo zlasti na področju senzorske elektronike.

Objectives and competences:

The course objective is to familiarize students with advanced properties of electronic components, which can be further applied in the field of electronic systems design. The course comprises an overview of advanced properties of essential linear (RLC) as well as non-linear (thermistor, varistor) components, with emphasis on non-ideal properties (loss analysis) and thermal impact on element operation.

Second part of the course focuses on the overview of sensors, where sensing principles, sensor acquisition and signal conditioning circuits are presented. The course gives a practical and theoretical insight into application of electronic components for use in later courses and represents a foundation for interdisciplinary work particularly in the field of sensor electronics.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:

- izbrati in uporabiti raznovrstne pasivne elektronske komponente pri reševanju praktičnih problemov načrtovanja elektronskih sistemov.
- razumeti specifiko posameznih izvedenih elektronskih komponent glede na njene lastnosti
- Izračunati parametre filtrske dušilke in enostavnega stikalnega pretvornika ter izbrati primerno tuljavo oz. transformator zanj.
- Razumeti princip delovanja in aplikacij senzorjev, vezij za obdelavo senzorskega signala in zaslove senzorskih sistemov.
- uporabiti raznovrstne senzorske elemente (senzor tlaka, merilnik pospeška, merilnik pretoka ...) pri reševanju praktičnih problemov v senzorskih sistemih.

Intended learning outcomes:

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

- select and apply various passive electronic components during solving practical problems in electronic systems design,
- understand the specifics of selected electronic component variants, based on their properties,
- design and evaluate the parameters of a filter inductor and buck/boost switched mode power supply and select appropriate inductor or transformer for this design,
- understand the principles of sensor operation and application, analyze circuits for sensor signal conditioning and design sensor systems,
- apply various sensor elements (e.g. pressure sensor, accelerometer, flow meter etc.) in solutions to practical problems in sensor systems.

Metode poučevanja in učenja:

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

Learning and teaching methods:

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 certain electronic component/sensor and corresponding instrumentation.

komponento/senzorjem in pripadajočim
inštrumentarijem-

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: 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 course 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, KOVAC, 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 quality control. Rijeka: Intech, cop. 2011, pp. 645-662

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Energetika in okolje
Course title:	Energy and Environment

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64121
---	-------

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

Nosilec predmeta/Lecturer:	Marko Čepin
----------------------------	-------------

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: Pogoj za vključitev v študij predmeta je vpis v letnik. Pogoj za opravljanje izpita so opravljene laboratorijske vaje.	Prerequisites: Enrolment into the program. Prerequisite for exam includes the well performed laboratory exercises.
---	--

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Potrebe po energiji. Vloga energije v družbi. Trajnostna energetika. Primarni viri energije. Osnove energetskih pretvorb v električno energijo. Konvencionalni viri električne energije. Obnovljivi viri električne energije. Alternativni viri električne energije. Izkoristki pretvorbe energije. Vplivi proizvodnje električne energije na okolje. Vloga in osnovne značilnosti elektroenergetskih sistemov. Osnove obratovanja elektroenergetskih sistemov. Osnove prenosa električne energije. Osnove razdeljevanja električne energije. Značilnosti odjema električne energije. Smotrna raba energije. Aktualna problematika preskrbe z električno energijo: okoljevarstvena vprašanja (NIMBY efekt, BANANA efekt). Povečanje prenosnih zmogljivosti (zastale investicije, okoljevarstveni razlogi). Zanesljivost dobave električne energije. Kakovost električne energije. Trg z električno energijo in njegovi vplivi. Načrtovanje elektroenergetskih sistemov. Vzdrževanje elektroenergetskih sistemov. Nove tehnologije proizvodnje, prenosa, razdeljevanja in porabe električne energije.	The energy needs. The role of energy in society. Sustainable energy. The primary sources of energy. Fundamentals of energy conversion into electric energy. Conventional sources of electric energy. Renewable sources of electric energy. Alternative sources of electricity. The energy conversion efficiencies. Impact of electric power generation on the environment. The role and the basic characteristics of electric power systems. Fundamentals of the operation of electric power systems. The features of electric energy transmission. Distribution of electric energy. Characteristics of electric energy consumption. Rational use of energy. The current issues of electric power supply. Environmental issues (NIMBY effect - Not In My Back Yard, banana effect - Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anything - or Anyone). Increasing transmission capacity (investments not finished, environmental protection). Reliability of electric power supply. Power quality. Electricity market and its impacts. Design of power systems. Maintenance of power systems. New technology for generation, transmission, distribution and consumption of electric energy.

Temeljna literatura in viri/Readings: 1. Standard Handbook for Electrical Engineers, The McGraw-Hill, 2006
--

2. B. Sorensen, Renewable Energy, Fourth Edition, Elsevier Inc., 2010
3. Solar Energy Engineering, Elsevier Inc., 2009
4. Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage, Elsevier Inc., 2007
5. S. Pryja, D. J. Inman, Energy Harvesting Technology, Springer, 2009
6. R. A. Higgins, Energy Storage, Springer, 2010

Cilji in kompetence:

Slušatelji si bodo ustvarili celostno sliko potreb po energiji in izkoriščanju primarnih virov. 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 trga z električno energijo in razvoj novih tehnologij, obnovljive vire energije (veter, voda, sonce, biomasa itn.) in predvsem učinkovito rabo energije.

Objectives and competences:

Students will get a comprehensive view of energy demand and exploitation of primary energy resources. They will acquire basic knowledge in the field of electric power supply through learning about the electric energy generation, its transmission and distribution. The subject highlights the environmental aspects, the impact of the electricity market the development of new technologies, renewable energy sources (wind, water, solar, biomass) and efficient use of energy.

Predvideni študijski rezultati:

Študent bo zmožen oceniti kakšne so potrebe po energiji. Sposoben bo izračunati, koliko električne energije se dobi iz primarnih virov energije in kakšne so posledice na okolje. Sposoben bo oceniti, kako se energija prenaša in razdeljuje med odjemalce. Z osnovnim znanjem bo slušatelj sposoben matematično modelirati in reševati osnovne probleme na področju energetike, kar zajema smotrno rabo energije, obstoječe in nove tehnologije, kakovost električne energije in trgovanje z električno energijo.

Intended learning outcomes:

Student will be capable to assess what are the needs for energy. Student will be capable to calculate how much electric energy is transformed from the primary sources of energy. Student will be capable to assess what are the related consequences to the environment. Student will be capable to assess, how the electric energy is transmitted and distributes to the customers. The student will be capable to mathematically model the main problems in the field of energy and to solve them. The problem area includes efficient use of energy, existing and new technologies considering the quality of electric energy and the electric market.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja in vaje.

Learning and teaching methods:

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. ČEPIN, Marko. Assessment of power system reliability. Springer, 2011.
2. TRBUŠIĆ, Mislav, ČEPIN, Marko. Surge wave distribution over the power transformer continuous disc winding. Elektrotehniški vestnik, 2012, vol. 78, no. 3, str. 106-111.
3. GJORGIEV, Blaže, KANČEV, Duško, ČEPIN, Marko. Risk-informed decision making in the nuclear industry: application and effectiveness comparison of different genetic algorithm techniques. Nuclear Engineering and Design, 2012, vol. 250, str. 701-712.
4. 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.
5. ČEPIN, Marko, VOLKANOVSKI, Andrija. Nova faktorja pomembnosti v elektroenergetskih sistemih. Elektrotehniški vestnik, 2009, letn. 76, št. 4, str. 177-181.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Energetska elektronika
Course title:	Power Electronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Energetika in mehatronika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64164
---	-------

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

Nosilec predmeta/Lecturer:	Danijel Vončina, 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):
<p>a) Močnostna polprevodniška stikala. Obratovalne lastnosti, statične in dinamične lastnosti močnostnih elementov: dioda, tiristor, GTO, MOSFET, IGBT. Hlajenje polprevodniških močnostnih stikal, tranzientna termična impedanca, termični model hladilnega sistema.</p> <p>b) Osnovna pretvorniška vezja in njihovo krmiljenje. Enofazna in večfazna usmerniška vezja z nekrmiljenimi in krmiljenimi stikali, delovanje pri različnih vrstah obremenitev (R, RL in RL z aktivnim virom), delovanje pri zveznem in trganem toku, vpliv prostotečne diode, delovna, jalova in navidezna moč, faktor moči, vpliv impedanc na strani vira, komutacija.</p> <p>c) Presmerniki pretvorniki za znižanje in zvišanje napetosti, pretvornik navzdol, pretvornik navzgor, zaporni pretvornik, polmostični in mostični pretvornik, krmiljenje presmernikov.</p> <p>d) Enofazna in večfazna razsmerniška vezja. razvrstitev pretvornikov, pulzno-širinska modulacija in drugi modulacijski principi.</p> <p>e) Resonančni pretvorniki, preklapljanje v breztokovnem ali breznapetostnem stanju.</p> <p>f) pretvorniki večjih moči z neposredno pretvorbo električne energije (ciklokonverter, matrični pretvornik).</p> <p>g) Pretvorniške naprave v energetiki, pasivne in aktivne kompenzacijске naprave, aktivni močnostni filtri.</p>	<p>a) Power semiconductor devices. Properties, static and switching characteristics of power semiconductor devices: Diode, Thyristor, Triac, GTO, MOSFET, IGBT. Cooling of power semiconductors, thermal impedance, thermal model of the cooling system.</p> <p>b) Fundamentals of power converters and control principles. Single- and multiphase AC/DC half and fully controlled converters with R, RL and RLC loads, continuous and discontinuous modes of operation, influence of freewheeling diode, active and reactive power, power factor, effect of source impedance commutation.</p> <p>c) DC/DC converters, principles of step-down and step-up converters, analysis of buck, boost, buck-boost, half- and full-bridge converters, control of DC/DC converters.</p> <p>d) Single- and multiphase DC/AC converters. PWM and other modulation principles, single and multilevel converters.</p> <p>e) Resonant converters, soft switching techniques (ZVS and ZCS).</p> <p>f) high power converters without DC link (cycloconverters, matrix converters).</p> <p>g) Applications of power converters in the field of power systems (passive and active compensators, active power filters).</p>

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J.Nastran: Močnostna elektronika-interna skripta, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 2006
2. N. Mohan: Power Electronics - A first course, John Wiley & Sons, 2012
3. F. Lin Luo, H. Ye: Advanced DC/DC converters, CRC Press, New York 2003
4. N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins: Power Electronics: Converters, Applications and 5. Design, John Wiley & Sons, New York, 1989
6. T. Skvarenina: Power electronics handbook, CRC Press, New York, 2002
7. M. H. Rashid: Power electronics handbook, Academic Press, New York, 2001.

Cilji in kompetence:

Pri predmetu bo študent pridobil znanja s področja močnostne elektronike, ki jih bo potreboval pri nadalnjem magistrskem študiju elektrotehnike:

- polprevodniška močnostna stikala in njihove statične in dinamične karakteristike,
- osnovne izvedbe močnostnih stikalnih pretvornikov in njihovo delovanje
- krmiljenje in regulacija polprevodniških pretvornikov.

Po uspešno opravljenem izpitu bodo študenti zmožni:

- opisati delovanje osnovnih vezij na področju močnostne elektronike,
- izračunati preteke moči in izgube v močnostnih pretvornikih,
- razviti simulacijske modele osnovnih izvedb močnostnih pretvornikov,
- opraviti primerjavo delovanja različnih močnostnih pretvornikov,
- izbrati ustrezen pretvornik za ciljno aplikacijo,
- uporabiti in upravljati pretvornike v napajalnih sistemih in v elektromotorskih pogonih za manjše in večje moči.

Objectives and competences:

This course gives students basic knowledge of the following areas of power electronics needed in the master courses in the Electrical Engineering:

- power electronic devices and their static and dynamic characteristics,
- basic converter topologies and their performance and
- basic converter control principles.

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

- explain the operation principle of the fundamental power electronics circuits,
- calculate the power flow and thermal losses in power converters,
- develop simulation models of basic power electronic system,
- compare the performance of different power converters,
- select appropriate converter topology for target application,
- use fundamental power converters for power supply and motor drives in low and high power applications.

Predvideni študijski rezultati:

Študent bo lahko načrtoval osnovna vezja na področju močnostne elektronike. Znal bo ovrednotiti in interpretirati vrednosti izmerjenih veličin. Sposoben bo reševati inženirske izzive na področju močnostne elektronike.

Intended learning outcomes:

Student will be able to design fundamental power electronic circuits.
 Student will be able to evaluate and interpret experimental data and reach conclusions.
 Student will be able to solve power electronics related engineering problems.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, reševanje praktičnih nalog laboratorijske vaje v manjših skupinah (delo pod napetostjo), ki obsegajo sestavljanje in merjenje električnih veličin v različnih obratovalnih stanjih pretvornikov ter izdelava poročil.

Learning and teaching methods:

Lectures, solving of applied problems regarding power electronics, laboratory exercises in small groups (danger of high voltage), practical work includes building and testing of different power converters and report writing.

Načini ocenjevanja:

Opravljene laboratorijske vaje so pogoj za pristop h končnemu izpitu. Laboratorijske vaje, izpit. Ocenjevalna lestvica: Ocena 5 je negativna, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za

Delež/Weight Assessment:

Opravljene laboratorijske vaje so pogoj za pristop h končnemu izpitu. Laboratorijske vaje, izpit. Ocenjevalna lestvica: Ocena 5 je negativna, ocene od 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je pogoj za		Student must complete the laboratory work before the final exam. Type: laboratory exercises, exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the
--	--	--

pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje 30% izpit 70%		exam. Contributions to final grade: laboratory exercises 30% exam 70%
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 sinhronске 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. KOSMATIC, 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. 49-53.
4. 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.
5. PEVEC, Boštjan, BAJEC, Primož, NASTRAN, Janez, VONČINA, Danijel. Optimizacija navorne karakteristike elektronsko komutiranega motorja v hibridnem pogonu = Torque characteristic optimization of brushless DC motor in the hybrid vehicle. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, sep. 2007, letn. 37, št. 3, str. 182-188.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Govorne in slikovne tehnologije
Course title:	Speech and Image Technology

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektronika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64154

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Vitomir Štruc

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:

Uvod: opis področja, kratek zgodovinski opis razvoja govornih in slikovnih tehnologij, značilnosti sistemov za razpoznavanje vzorcev in predstavitev govornih in slikovnih tehnologij v luči razpoznavanja vzorcev.
Osnovne značilnosti slušnega zaznavanja ter govorna komunikacija pri ljudeh. Predstavitev govora in kodiranje informacije z govorom.
Obdelava govora: zajem in predobdelava, značilke govornega signala, razčlenjevanje govornega signala, govorne podatkovne zbirke.
Procesiranje govora
Razpoznavanje govora: vrste sistemov za razpoznavanje, statistično modeliranje akustične in jezikovne predstavitev govora ter njegova pomenska analiza.
Umetni govor: zgradba sistemov za tvorjenje umetnega govora, grafemsko-fonemska pretvorba, modeliranje prozodije, načini tvorjenja umetnega govornega signala.
Dialog: zgradba sistemov za vodenje dialoga, načini vodenja dialoga, vrednotenje delovanja.
Slikovne tehnologije: osnovni pojmi, primeri uporabe, osnovne transformacije slikovnih podatkov, barvni prostori in kodiranje slik.
Obdelava slikovnih podatkov: obdelava slik v slikovnem in frekvenčnem prostoru, modeli šuma in obnavljanje, morfološke operacije in algoritmi, iskanje robov.
Napredni algoritmi: krajevni deskriptroji in njihovo uporaba, detekcija objektov v sliki, razpoznavanje objektov, pod-prostori za predstavitev podatkov.

Content (Syllabus outline):

Introduction: description of the field, short outline of the historical development of speech and image technologies.
Basic characteristics of visual and auditory perception and human speech-based communication.
Representation of speech and image patterns.
Pattern recognition: structural description, pattern recognition systems in general, feature extraction, learning, classification and clustering in pattern recognition systems.
Speech processing: acquisition and preprocessing, speech features, speech signal segmentation, databases of speech.
Speech recognition: types of speech-recognition systems, statistical modelling, acoustic and language modelling, semantic analysis of speech.
Artificial speech: systems for speech synthesis in general, grapheme-to-phoneme conversion, prosody modelling, speech-synthesis procedures.
Dialogue: automated dialogue systems in general, approached to designing human-computer dialogue systems, assessment of dialogue systems.
Image technologies: terminology, use-cases, basic image transformations, color images and color spaces, image coding.
Image processing: image processing in the spatial and frequency domains, noise models and image

<p>Segmentacija slik: vrste rojenja in njihova uporaba pri segmentaciji, mean-shift.</p>	<p>restoration, morphological operations and algorithms, edge detection</p> <p>Advanced algorithms, local descriptors and their applications, object detection in images, object recognition from image data, subspaces for data representation.</p> <p>Image segmentation: clustering techniques and their application to image segmentation, mean-shift.</p>
--	--

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Mihelič F., Žibert J., Hajdinjak M., Štruc V., Skripta za predmet Govorne in slikovne tehnologije, Izdaja, Ljubljana, Fakulteta za elektrotehniko, 2012.
2. Mihelič F., Signali, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2006.
3. Pavešić N., Razpoznavanje vzorcev: uvod v analizo in razumevanje vidnih in slušnih vzorcev, Popravljena in dopolnjena izdaja, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2012.
4. Rabiner L., Schafer R., Theory and Applications of Digital Speech Processing, Prentice Hall, 1. Ed., 2010.
5. Gonzales R. C., Woods, R.E., Digital Image Processing, 3 izdaja, Prentice Hall, 2007.
6. R.C. Gonzales, R.E. Woods, S.L. Eddins, Digital image processing using Matlab, 2 izdaja. Gatesmark Publishing, 2009.

Cilji in kompetence:

Seznanjanje s področjem govornih in slikovnih tehnologij, spoznavanje samodejnih postopkov za izvajanje različnih nalog s tega področja.

Objectives and competences:

The aim of this course is to acquaint students with the field of speech and image technologies and introduce various algorithms, techniques, and methods to accomplish tasks related to this field.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- opredeliti osnove načine za opis, predstavitev, tvorjenje ter razpoznavanje govornih in slikovnih signalov,
- opisati osnovne značilnosti, gradnike, načine delovanja in zmogljivosti sistemov govornih in slikovnih tehnologij,
- uporabiti izbrane programske rešitve za razvoj govorne komunikacije med človekom in strojem ter aplikacij za obdelavo in razpoznavanje slik,
- razlikovati med različnimi nalogami govornih in slikovnih tehnologij ter metodami predstavitev in obdelave, ki se pri tem uporablajo,
- združiti osnovne postopke predstavitev in obdelave govornih in slikovnih signalov v kompleksnejše sisteme za razpoznavanje in sintezo govora in slik,
- ovrednotiti točnost in zanesljivost delovanja sistemov govornih in slikovnih tehnologij.

Intended learning outcomes:

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

- define the main approaches to the representation, description, synthesis and recognition of speech and image signals,
- describe the characteristics, components, structure and capabilities of speech and image-based technologies,
- use selected programing solutions (APIs) for the development of spoken man – machine communication systems, image processing and image recognition applications,
- distinguish between different tasks of speech and image technologies and representation and processing methods needed to achieve these tasks,
- combine basic procedures for representation and processing of speech and image data into complex systems for recognition and synthesis of images and speech,
- evaluate the accuracy and reliability of speech and image technologies systems.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja
Sodelovalno učenje
Laboratorijske vaje

Learning and teaching methods:

Lectures
Interactive teaching
Practical assignments

Načini ocenjevanja:

Delež/Weight Assessment:

Ocena pri predmetu se sestavi na podlagi treh kriterijev: Pisnega izpita Ustnega izpita, in uspešnosti pri laboratorijskih vajah. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Kandidat, ki na pisnem izpitu zbere vsaj 50 % možnih točk in v okviru laboratorijskih vaj zbere vsaj 30% točk, lahko pristopi k ustnemu izpitu. Kandidat lahko opravi pisni izpit tudi z dvema kolokvijema, pri čemer mora na vsakem kolokviju doseči vsaj 50 % možnih točk. Kriterij po kategorijah: Ustni izpit Pisni izpit (2xkolokvij) Laboratorijske vaje		The grade of the course is constructed based on three criteria: A written exam An oral exam, and Practical assignments Negative grade is 5, positive grades are grades from 6 to 10. To qualify for the oral exam, each student has to score above 50% in the written exam and gather more than 30% of the available points during the practical assignments. Students can skip the written exam by taking part in two colloquia during the school year. Here, a score of more than 50% has to be achieved at each colloquium to earn the right to take the oral exam. Contribution of each criterium to the final grade: Oral exam Written exam (2x colloquium) Practical assignments
Ustni izpit	50,00 %	Oral exam
Pisni izpit (2xkolokvij)	20,00 %	Written exam (2x colloquium)
Laboratorijske vaje	30,00 %	Practical assignments

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. 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.
3. 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 artificial intelligence*, 6836). Berlin; Heidelberg: Springer, cop. 2011, str. 139-146.
4. 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. 438-443.
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:	Gradniki sistemov vodenja
Course title:	Control Systems Instrumentation

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Avtomatika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64123

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Aleš Belič, Sašo Blažič

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:

Predmet bo obravnaval merilnike, regulatorje in krmilnike ter izvršne sisteme na področjih: procesne industrije, izdelčne industrije, robotike ter posebne gradnike s področij spremljanja lastnosti snovi, analiznih meritve, biosenzorjev, mikrosenzorjev, biosenzorjev in virtualne senzorike. V okviru predmeta bodo obravnavani naslednji vsebinski sklopi:

Osnovni principi teorije vodenja.

Varnostni standardi na področja sistemov vodenja (stopnje zaščite IP in stopnja mehanske odpornosti IK, gradniki v eksplozijsko nevarnih okoljih).

Standardni signalni regulacijske zanke.

Merilni sistemi:

merilniki (pozicija, pot, hitrost, pospešek, sila, navor, nivo, pretok, temperatura, tlak, bližina, oddaljenost, vlažnost, toplotna prevodnost, viskoznost, gostota, analizne meritve, posebni merilniki),

merilniki na osnovi strojnega vida,

merilni pretvorniki.

Izvršni sistemi:

aktuatorji in končni izvršni členi (elektromotorni, hidravlični in pnevmatski pogoni, zvezni in diskretni ventili, črpalke)

aktuatorski pretvorniki (frekvenčni pretvornik, rele, elektropnevmatični ventil, elektrohidravlični ventil, pretvornik zrak-tok itd.)

Regulatorji in krmilniki.

Content (Syllabus outline):

The course treats measurement systems, controllers, and actuators used in the following problem areas: process industry, manufacturing industry, and robotics. It will also deal with some special cases of measurement systems for substance analysis, analytical measurements, microsensors, biosensors, and virtual sensors. The following chapters will be covered:

Basic principles of control systems.

Safety standards in the area of automation systems (Ingress Protection – IP, IK rating, equipment in hazardous areas)

Standard signals of control systems.

Measurement systems:

sensors (position, path, speed, acceleration, force, torque, level, flow, temperature, pressure, proximity, distance, humidity, thermal conductivity, viscosity, density, analytical measurements, special measurements),

vision-based measurement systems, transmitters.

Actuator systems:

actuators (electrical, hydraulic and pneumatic motors, control and on/off valves, pumps)

power converters (frequency converter, relay, electro-pneumatic valve, electro-hydraulic valve etc.)

Process Controllers and Programmable Logic Controllers.

Poudarek pa bo na izbiri in parametriranju gradnikov ter njihovo vključevanje v sisteme vodenja in nadzora.	Main stress will be given to parameterisation of instrumentation and its implementation in the control and supervisory systems.
---	---

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. A. Belič: Gradniki in tehnologije v sistemih vodenja. Založba FE in FRI, Ljubljana, 2012.
2. R. Karba: Gradniki sistemov vodenja, Založba FE in FRI, Ljubljana, 1994.
3. J. Kocijan, J. Petrovčič: Praktični vidiki uporabe gradnikov v sistemih vodenja, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2002 .
4. C. W. de Silva: Sensors and actuators: control systems instrumentation, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 2007.
5. J. Stenerson: Fundamentals of Programmable Logic Controllers, Sensors and Communication, Regents/Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994.
6. S. Strmčnik in soavtorji: Celostni pristop k računalniškem vodenju procesov, Založba FE in FRI, Ljubljana, 1998.

Cilji in kompetence:

Spoznati gradnike sistemov vodenja in njihovo povezovanje s stališča inženirja uporabnika/vzdrževalca/načrtovalca ter njihovo vključevanje v sistem vodenja in nadzora.

Objectives and competences:

Get to know fundamental instrumentation in control systems practice and their implementation from engineer's (user/maintainer/control system designer) point of view.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:

- razlikovati osnovne principe vodenja,
- pojasniti delovanje pogosto uporabljenih merilnikov fizičnih veličin in izvršnih členov v sistemih vodenja,
- navesti pomembnejše standarde s področja vodenja procesov,
- opisati najbolj pogoste gradnike avtomatizacije,
- razumeti način komunikacije v sistemih vodenja,
- izbrati primerne gradnike vodenja za določen namen.

Intended learning outcomes:

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

- differentiate among basic control principles,
- explain the working principles of most often used sensors and actuators in control systems,
- state the important standards in the area of control systems,
- describe the most common automation instrumentation,
- understand the communication in control systems,
- choose an appropriate control system instrumentation for a specific task.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, seminar, laboratorijske vaje, v okviru laboratorijskih vaj tudi strokovni ogledi avtomatizacije v polindustrijskih in industrijskih obratih.

Learning and teaching methods:

Lectures, seminar, laboratory exercises, excursions to industiral and semi-industrial plants.

Načini ocenjevanja:

Delež/Weight

Assessment:

K izpitu lahko študent pristopi šele po opravljenih laboratorijskih vajah. laboratorijske vaje seminar ustni izpit		The exam can be taken only after the laboratory exercises are completed. laboratory exercises seminar oral exam
laboratorijske vaje	25,00 %	laboratory exercises
seminar	30,00 %	seminar
ustni izpit	45,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. LEPETIČ, Marko, KLANČAR, Gregor, BLAŽIČ, Sašo. Analiza izvedljivosti avtomatizacije poravnave žarilnih nitk z uporabo strojnega voda pri izdelovanju avtomobilskih žarnic = Feasibility study of car bulb filament alignment automation using computer vision. *Elektrotehniški vestnik*, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2004, vol. 71, no. 1-2, str. 7-12.
2. BOŠNAK, Matevž, BLAŽIČ, Sašo. Vodenje modelne naprave helikopterja CE150 z vmesnikom PoKeys56U. V: ZAJC, Baldomir (ur.), TROST, Andrej (ur.). *Zbornik dvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK*

2011, 19.-21. september 2011, Portorož, Slovenija, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., ISSN 1581-4572). Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE, 2011, zv. A, str. 227-230

3. BLAŽIČ, Sašo. On periodic control laws for mobile robots. *IEEE transactions on industrial electronics*, ISSN 0278-0046. [Print ed.], Jul. 2014, vol. 61, no. 7, str. 3660-3670

4. PREGLEJ, Aleksander, STEINER, Igor, BLAŽIČ, Sašo. Multivariable predictive functional control of an autoclave. *Strojniški vestnik*, ISSN 0039-2480, 2013, vol. 59, no. 2, str. 89-96

5. KARBA, Rihard, ATANASIEVIĆ-KUNC, Maja, BELIČ, Aleš, KOCIJAN, Juš, PETROVČIČ, Janko. Vloga senzorjev v sistemih vodenja procesov. *Informacije MIDEM*, ISSN 0352-9045, 2003, letn. 33, št. 1, str. 41-44.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Industrijski krmilni in regulacijski sistemi
Course title:	Industrial Control Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Avtomatika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64132

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Igor Škrjanc

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:

Uvod, življenjski cikel sistemov vodenja, razdelitve, zvezno in diskretno vodenje.
Zvezno vodenje. Zahtevnejši pristopi pri načrtovanju PID reg. sistemov: računalniška optimizacija, avtomatsko nastavljanje in prilagajanje. Praktični problemi - filtriranje, brezudarni preklop ročno/avtomatsko, integralski pobeg.
Večzančne regulacijske metode: uvedba krmiljenja v regulacijo, kaskadna regulacija, regulacija razmerja. Analiza in načrtovanje s pomočjo frekvenčnih karakteristik in diagrama lege korenov. Stabilnost regulacijskih sistemov: ojačevalni in fazni razloček, Nyquistov stabilnostni kriterij. Prehitevalna in zakasnilna kompenzacija.
Uporaba programskega orodja MATLAB z dodatkom Control System Toolbox in Optimization Toolbox pri analizi in načrtovanju sistemov vodenja.
Diskretno vodenje. Načrtovalski pristopi – lestvični diagram, sekvenčni funkcionalni diagram. Kombinacijska krmilja in sekvenčna krmilja. Standardni programski jeziki programirljivih logičnih krmilnikov. Izvedbe nekaterih krmilj.

Content (Syllabus outline):

Introduction, life cycle of control systems, continuous and discrete control.
Continuous control. Complex approaches to design of PID controllers: optimization, self-tuning and adaptation. Practical problems – filtering, bump-less transfer manual/automatic, anti-wind up.
Multi-loop control methods: feed-forward, cascade control systems.
Analysis and design in frequency domain: Bode diagram, root locus diagram. Stability of control systems. Nyquist stability criteria. Lead and lag compensators.
Practical work with MATLAB environment and Control System Toolbox and Optimization Toolbox in analysis and design of control systems.
Discrete control. Design, ladder diagram, functional diagram. Standard program languages of programmable logic controllers. Realization.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. Zupančič. Zvezni regulacijski sistemi 1. del, 2. izdaja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1996.
2. B. Zupančič. Zvezni regulacijski sistemi II. del, 2. izdaja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1995.

3. 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.
4. R. C. Dorf, H. Bishop: Modern Control Systems, Pearson Education, Inc., Publishing As Pearson Prentice Hall, Tenth Edition, 2004.
5. B. C. Kuo, F. Golnaraghi: Automatic Control Systems, 7th Edition, Prentice Hall, 2004.
6. K. Ogata, Modern Control Engineering, 4th edition, Prentice Hall, 2002.
7. J. Stenerson, Fundamentals of programmable logic controllers, sensors, and communications, 3rd ed., Pearson Prentice Hall, 2004.
8. R. W. Lewis, Programming industrial control systems using IEC 1131-3, Revised ed., London, The Institution of Electrical Engineers, 1998.

Cilji in kompetence:

Vodenje je nepogrešljiv del načrtovanja sodobnih sistemov na najrazličnejših področjih. Osnovni cilj je predstavitev področja na zanimiv način preko številnih primerov in z uporabo računalniških orodij. Študenti bodo spoznali osnovne pristope pri vodenju zveznih, pa tudi dogodkovnih sistemov, osnovne pristope pri načrtovanju regulatorjev in tudi napredne, kompleksne sisteme, ki omogočajo vodenje bolj zahtevnih sistemov in njihovo analizo v frekvenčnem prostoru. Spoznali se bodo tudi z realizacijo vodenja na programirljivih logičnih krmilnikih.

Objectives and competences:

Control is an important part of the design of modern systems in a variety of sub-areas. The main goal is to present the field in an interesting way through a number of examples and using computer tools. Students will learn basic approaches of continuous control systems as well as discrete event systems, basic approaches to design regulators, and also advanced, complex control systems that enable the control of more demanding systems and their analysis in the frequency domain. They will also develop and realize some discrete control problems on programmable logic controllers.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:
 -razviti sheme osnovnih sistemov vodenja,
 -razviti sheme kompleksnih regulacijskih sistemov,
 -pojasniti delovanje osnovnih sistemov vodenja,
 -analizirati delovanja sistema vodenja v frekvenčnem prostoru.

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course students should be able to:
 -develop basis control systems,
 -develop complex control systems
 -explain the functioning of basic control systems,
 -to analyse the control systems in frequency domain.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja in laboratorijske vaje

Learning and teaching methods:

Lectures and laboratory exercises

Načini ocenjevanja:

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: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit

Delež/Weight

Assessment:

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

10,00 %

laboratory exercises

pisni izpit

45,00 %

written exam

ustni izpit

45,00 %

oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

- KARER, Gorazd, ŠKRJANC, Igor. Interval-model-based global optimization framework for robust stability and performance of PID controllers. *Applied soft computing*, ISSN 1568-4946. [Print ed.], 2015, vol. , str. 1-18.
- PREGLEJ, Aleksander, REHRL, Jakob, SCHWINGSHACKL, Daniel, STEINER, Igor, HORN, Martin, ŠKRJANC, Igor. Energy-efficient fuzzy model-based multivariable predictive control of a HVAC system. *Energy and buildings*, ISSN 0378-7788. [Print ed.], Oct. 2014, vol. 82, str. 520-533.

- 3. ZDEŠAR, Andrej, CERMAN, Otta, DOVŽAN, Dejan, HUŠEK, Petr, ŠKRJANC, Igor. Fuzzy control of a helio-crane : comparison of two control approaches. *Journal of intelligent & robotic systems*, ISSN 0921-0296, Dec. 2013, vol. 72, no. 3/4, str. 497-515.
- 4. DOVŽAN, Dejan, ŠKRJANC, Igor. Control of mineral wool thickness using predictive functional control. *Robotics and computer-integrated manufacturing*, ISSN 0736-5845. [Print ed.], Jun. 2012, vol. 28, no. 3, str. 344-350.
- 5. OBLAK, Simon, ŠKRJANC, Igor. Continuous-time Wiener-model predictive control of a pH process based on a PWL approximation. *Chemical Engineering Science*, ISSN 0009-2509. [Print ed.], Mar. 2010, vol. 65, no. 5, str. 1720-1728.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: Informacijski sistemi
Course title: Information Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64122

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Sara Stančin

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:

Osnovni pojmi o informacijskih sistemih in njihovi uporabi (informacija, podatek, znanje, podatkovni vir); Strukturiran zapis podatkov, informacij in znanja (osnovni in kompleksni podatkovni tipi, meta podatki, tabelarični zapis podatkov, povezave (relacije med podatki), podatkovni model); Shranjevanje podatkov (skladovnice podatkov, podatkovni strežniki, skladišča podatkov); Uporaba in vzdrževanje podatkov ter upravljanje z njimi; Poizvedbe (jeziki za poizvedbe, iskanje po tekstu, iskanje multimedijskih vsebin, ključne besede, rudarjenje podatkov, iskanje po tekstovnih podatkih); Zaščita podatkov; Orodja za delo s podatki (neposredno povezovanje, vmesniki za povezovanje, oddaljen dostop sistem odjemalec/strežnik); Trinivojska arhitektura (splet, aktivne strežniške aplikacije, spletne storitve).

Content (Syllabus outline):

Information systems fundamentals (information, data, knowledge, data sources); Data, information and knowledge structure (basic and complex data types, metadata, tabular data format, relationships, data model); Data storage (databases, data servers, data warehouses); Data use, maintenance, and management; Queries (query language, text search, multimedia content search, keywords, data mining); Data protection; Tools for working with data (direct connection, connection interfaces, remote access, client/server system). Three tier architecture (web, active server applications, web services).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. T. Vidmar, Informacijsko komunikacijski sistem, Pasadena, Ljubljana 2002.
2. A. Silberschatz et al, Database Systems Concepts, Fifth Edition, McGraw-Hill, 2011.
3. H. Garcia-Molina, J. - D. Ullman, J. Widom, Database Systems: The Complete Book, Second Edition, Pearson Prentice Hall, 2014.
4. M. Arenas, P. Barceló, L. Libkin, F. Murlak, Foundations of Data Exchange, Cambridge University Press, 2014.

Cilji in kompetence:

Objectives and competences:

<p>Cilj predmeta je podati temeljna znanja s področja informacijskih sistemov, ki so potrebna za bodoče inženirje tehnične stroke in spadajo v splošno izobrazbo inženirja v informacijski družbi. Predmet podaja pregled informacijskih sistemov, postopkov njihovega načrtovanja in upravljanja, ter različnih orodij za vzdrževanje podatkov in poizvedbe po podatkih. Snov je zanimiva za vse študente elektrotehnike, hkrati pa je dobra osnova za spremeljanje strokovnih predmetov v višjih letnikih študija informacijsko komunikacijskih tehnologij.</p>	<p>The objective of the course is to familiarize students with the fundamental knowledge in the field of information systems. This knowledge is necessary for engineers engaged in the Information Society and is a part of general education. The course provides an overview of information systems, principles of planning and management, as well as various tools for their maintenance and data query. The subject is of interest to all students of electrical engineering and is a good basis for future studies of information and communication technologies.</p>
---	---

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Študentje opredelijo osnove načrtovanja, izvedbe in uporabe informacijskih sistemov. Povežejo teoretična znanja s praktičnimi izvivi o principih skladiščenja in dela s podatki. Razvijejo informacijske sisteme za najrazličnejše probleme. Poiščejo različne načine reševanja problema. Prepozna tipične napake pri zasnovi sodobnih informacijskih sistemov. Presojo različne koncepte, ki so tipični za sodobne informacijske sisteme.</p>	<p>Students define the basics of design, implementation and use of modern information systems. They associate the obtained theoretical knowledge with practical challenges and principles of storage and working with data. They develop information systems for a variety of problems. They find different ways of solving a problem. They recognize typical errors in the process of designing modern information systems. They evaluate different concepts and solutions that are typical of modern information systems.</p>

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
<p>Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnnavanih poglavij. Ob tem prikažemo tudi rešitve enostavnih praktičnih primerov. Na koncu obravnave vsakega sklopa vsebin spodbudimo študente k dodatnem premisleku in iskanju naprednejših rešitev za zahtevnejše probleme, ki jih nato na predavanjih tudi praktično izvedemo.</p> <p>Študentom je na voljo študijski material s podrobno vsebino.</p> <p>Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj. V prvem delu se študentje postopoma seznanajo z opredeljenim programskim okoljem in problemi dela z bazami podatkov.</p> <p>Problemi na vajah so vnaprej definirani, med izvajanjem vaj pa do ustreznih rešitev pridemo skupaj. Predstavimo tudi več rešitev za en problem in spodbudimo diskurz oziroma iskanje najustreznejše med pridobljenimi rešitvami.</p> <p>V drugem delu vaj študente spodbudimo k praktični uporabi pridobljenega znanja za reševanje konkretnega izbranega problema v obliki projektne naloge. Na projektni nalogi lahko dela študent sam ali v skupini, ki šteje največ tri študente. Izdelava projektne naloge poteka lahko samostojno ali ob sprotnih konzultacijah s pedagogom, ki potem študenta usmerja k čim boljšem končnem rezultatu.</p> <p>Ob koncu semestra študentje poročajo o končnih rezultatih z morebitno primerjavo izsledkov iz literature.</p>	<p>The lectures provide a theoretical background of the discussed chapters. We also show the solutions to simple practical examples. At the end of each chapter discussion, students are encouraged to further reflect on the topic and search for advanced solutions for more demanding problems. We then also show how to implement these solutions in practice.</p> <p>Students are provided with detailed study material. In the first part of the laboratory exercises, students gradually learn how to use the dedicated software environment and to solve problems regarding working with databases.</p> <p>Problems that we consider are predefined; we arrive to the solutions to these problems together, following an inclusive discourse. We present several solutions to one problem and encourage discourse in order of finding the most appropriate.</p> <p>In the second part of the laboratory exercises, students are encouraged to use the acquired knowledge in a practical way - to solve a specific problem in the form of a project task. Students can work on the project alone or in a group. The maximum number of students in one group is three. The project task can be carried out independently or during regular consultations with teachers, which then direct the students towards the best possible solution.</p> <p>At the end of the semester, students report their final results with a possible literature comparison.</p>

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight Assessment:
<p>Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena</p>	<p>Negative grade is 5, positive grades are from 6 to 10. Positive evaluation of the project task is a</p>

projektnega dela je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: projektno delo pisni izpit		prerequisite for the exam. Contributions to final grade: project task written exam
projektno delo	60,00 %	project task
pisni izpit	40,00 %	written exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. STANČIN, Sara, TOMAŽIČ, Sašo. User data synchronization. V: FURHT, Borivoje (ur.). Encyclopedia of wireless and mobile communications. Boca Raton; New York: Taylor & Francis, str. 1-6.
2. TOMAŽIČ, Sašo, PAVLOVIĆ, Vesna, MILOVANOVIĆ, Jasna, SODNIK, Jaka, KOS, Anton, STANČIN, Sara, MILUTINOVIĆ, Veljko. Fast file existence checking in archiving systems. ACM transactions on storage, 2011, 7 (1), str. 1-21.
3. STANČIN, Sara, TOMAŽIČ, Sašo. Efficient user data synchronization. The IPSI BGD Transactions on Advanced Research, 6 (1), str. 23-31.
4. TOMAŽIČ, Sašo, STANČIN, Sara. Quality of life and information society : invited paper. V: YU info 2009, Kopaonik, 8. 3. - 11. 3. 2009. KORUNOVIĆ, Dušan (ur.). Zbornik radova : simpozijum o računarskim naukama i informacionim tehnologijama. Beograd: Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, 2009, str. 1-4.
5. STANČIN, Sara, TOMAŽIČ, Sašo. An alternative approach to user data synchronization. V: CUNNINGHAM, Stuart (ur.). Proceedings of the Third International Conference on Internet Technologies and Applications (ITA 09) : Thuesday 8th - Friday 11th September 2009, Glyndwr University, Wrexham, Wales, UK. Wrexham: Glyndwr University, Centre for Applied Internet Research (CAIR), str. 565-573.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: Inteligentni sistemi
Course title: Intelligent Systems

Študijski programi in stopnja Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Študijska smer Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	Letnik 3. letnik	Semestri Zimski
---	--	----------------------------	---------------------------

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64129

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Marko Meža, Matej Zajc

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni in izbirni- strokovni/compulsory and elective professional

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

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

Vpis v letnik študija. Enrollment in the study year.

Vsebina:

Inteligencia naravnih in umetnih sistemov: definicija inteligence in zgodovinski pregled razvoja intelligentnih sistemov. Matematične osnove in modeliranje intelligentnih sistemov. Intelligentni prostori: zmožnosti današnje tehnologije in obeti v prihodnje. Uporaba intelligence v informacijsko komunikacijskih sistemih: uporabniški vmesniki, intelligentni terminali, vsenavzočnost, identifikacija, modeliranje uporabnikov, ruderjanje s podatki, personalizacija. Metode in algoritmi intelligentnih sistemov. Analiza in modeliranje znanja ter metode učenja. Definicija referenčne arhitekture in razvoj intelligence sistema. Zgradba intelligentnega sistema: zajem podatkov, obdelava podatkov in odziv sistema.

Content (Syllabus outline):

Intelligence of natural and artificial systems: historical definition of intelligence and overview of the development of intelligent systems. Mathematical background and intelligent systems modeling, knowledge representation, learning methods. Intelligent spaces: the ability of today's technology and prospects for the future. The use of intelligence in information and communication systems: user interfaces, intelligent terminals, ubiquity, identification, modeling users, data mining, personalization. Methods and algorithms of intelligent systems. Knowledge analysis and modeling, methods of learning. Definition of the reference architecture and development of system intelligence. Building intelligent systems: data acquisition, data processing, and system's response.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Hopgood, Adrian A. Intelligent systems for engineers and scientists. CRC press, 3. izdaja, 2013.
2. A. Steventon, S. Wright, Intelligent Spaces: The Application of Pervasive ICT, Springer, 2005.

Cilji in kompetence:

Razumevanje intelligence v sodobnih informacijsko-komunikacijskih sistemih v odnosu do uporabnika. Poznavanje orodij in tehnik za pomoč pri modeliranju, odločanju in obvladovanju informacij.

Objectives and competences:

Understanding intelligence in modern information and communication systems in relation to the user. Practical use of tools and techniques to support modeling, decision-making and in the management of information.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:</p> <p>Razumeti pojem inteligence v sodobnih informacijsko-komunikacijskih sistemih.</p> <p>Uporabiti tehnike zajema, obdelave in analize podatkov.</p> <p>Razumeti in uporabiti osnove modeliranja interaktivnih komunikacijskih procesov.</p> <p>Uporabiti sodobne simulacijske orodja za strojno učenje.</p> <p>Reševati probleme strojnega učenja z izbranimi metodami.</p>	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <p>Understand the intelligence in modern ICT systems.</p> <p>Use of data acquisition, processing and analysis techniques.</p> <p>Understand and use basics of modeling interactive communication processes.</p> <p>Use of modern simulation tools for machine learning.</p> <p>Solve machine learning problems with a set of selected methods.</p>

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
<p>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.</p>	<p>The lectures provide a theoretical background on selected topics together with simple practical demonstrations. A complete study material is available online.</p> <p>Practical work is being performed in the laboratory environment. Individual projects are based on selected topics and presented by students.</p>

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	30,00 %	laboratory exercises and individual project
pisni izpit	60,00 %	written exam
ustni izpit	10,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:
1. GAČNIK, Mateja, ISENČ STARČIČ, Andreja, ZALETELJ, Janez, ZAJC, Matej. User-centred app design for speech sound disorders interventions with tablet computers. Universal access in the information society, ISSN 1615-5289, 2017, letn. 16.
2. ISENČ STARČIČ, Andreja, COTIČ, Mara, and ZAJC, Matej. Design-based research on the use of a tangible user interface for geometry teaching in an inclusive classroom. British journal of educational technology, ISSN 0007-1013, sep. 2013, vol. 44, no. 5, str. 729-744, ilustr., doi: 10.1111/j.1467-8535.2012.01341.x.
3. PLESNIK, Emil, MALGINA, Olga, TASIČ, Jurij F., and ZAJC, Matej. Detection of the electrocardiogram fiducial points in the phase space using the euclidian distance measure. Medical engineering & physics, ISSN 1350-4533. [Print ed.], May 2012, vol. 34, no. 4, str. 524-529, ilustr. http://dx.doi.org/10.1016/j.medengphy.2012.01.005, doi: 10.1016/j.medengphy.2012.01.005.
4. MEŽA, Marko, BRESKVAR, Marko, KOŠIR, Andrej, BRICL, Irena, TASIČ, Jurij F., ROŽMAN, Primož. Telemedicine in the blood transfusion laboratory - remote interpretation of pre-transfusion tests. Journal of telemedicine and telecare, ISSN 1357-633X, 2007, vol. 13, no. 7, str. 357-362.
5. 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, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2750758.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: Inteligentni sistemi
Course title: Intelligent Systems

Študijski programi in stopnja Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Študijska smer Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	Letnik 3. letnik	Semestri Zimski
---	--	----------------------------	---------------------------

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64129

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Marko Meža, Matej Zajc

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni in izbirni- strokovni/compulsory and elective professional

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

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

Vpis v letnik študija. Enrollment in the study year.

Vsebina:

Inteligencia naravnih in umetnih sistemov: definicija inteligence in zgodovinski pregled razvoja intelligentnih sistemov. Matematične osnove in modeliranje intelligentnih sistemov. Intelligentni prostori: zmožnosti današnje tehnologije in obeti v prihodnje. Uporaba intelligence v informacijsko komunikacijskih sistemih: uporabniški vmesniki, intelligentni terminali, vsenavzočnost, identifikacija, modeliranje uporabnikov, ruderjanje s podatki, personalizacija. Metode in algoritmi intelligentnih sistemov. Analiza in modeliranje znanja ter metode učenja. Definicija referenčne arhitekture in razvoj intelligence sistema. Zgradba intelligentnega sistema: zajem podatkov, obdelava podatkov in odziv sistema.

Content (Syllabus outline):

Intelligence of natural and artificial systems: historical definition of intelligence and overview of the development of intelligent systems. Mathematical background and intelligent systems modeling, knowledge representation, learning methods. Intelligent spaces: the ability of today's technology and prospects for the future. The use of intelligence in information and communication systems: user interfaces, intelligent terminals, ubiquity, identification, modeling users, data mining, personalization. Methods and algorithms of intelligent systems. Knowledge analysis and modeling, methods of learning. Definition of the reference architecture and development of system intelligence. Building intelligent systems: data acquisition, data processing, and system's response.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Hopgood, Adrian A. Intelligent systems for engineers and scientists. CRC press, 3. izdaja, 2013.
2. A. Steventon, S. Wright, Intelligent Spaces: The Application of Pervasive ICT, Springer, 2005.

Cilji in kompetence:

Razumevanje intelligence v sodobnih informacijsko-komunikacijskih sistemih v odnosu do uporabnika. Poznavanje orodij in tehnik za pomoč pri modeliranju, odločanju in obvladovanju informacij.

Objectives and competences:

Understanding intelligence in modern information and communication systems in relation to the user. Practical use of tools and techniques to support modeling, decision-making and in the management of information.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:</p> <p>Razumeti pojem inteligence v sodobnih informacijsko-komunikacijskih sistemih.</p> <p>Uporabiti tehnike zajema, obdelave in analize podatkov.</p> <p>Razumeti in uporabiti osnove modeliranja interaktivnih komunikacijskih procesov.</p> <p>Uporabiti sodobne simulacijske orodja za strojno učenje.</p> <p>Reševati probleme strojnega učenja z izbranimi metodami.</p>	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <p>Understand the intelligence in modern ICT systems.</p> <p>Use of data acquisition, processing and analysis techniques.</p> <p>Understand and use basics of modeling interactive communication processes.</p> <p>Use of modern simulation tools for machine learning.</p> <p>Solve machine learning problems with a set of selected methods.</p>

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
<p>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.</p>	<p>The lectures provide a theoretical background on selected topics together with simple practical demonstrations. A complete study material is available online.</p> <p>Practical work is being performed in the laboratory environment. Individual projects are based on selected topics and presented by students.</p>

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	30,00 %	laboratory exercises and individual project
pisni izpit	60,00 %	written exam
ustni izpit	10,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:
1. GAČNIK, Mateja, ISENČ STARČIČ, Andreja, ZALETELJ, Janez, ZAJC, Matej. User-centred app design for speech sound disorders interventions with tablet computers. Universal access in the information society, ISSN 1615-5289, 2017, letn. 16.
2. ISENČ STARČIČ, Andreja, COTIČ, Mara, and ZAJC, Matej. Design-based research on the use of a tangible user interface for geometry teaching in an inclusive classroom. British journal of educational technology, ISSN 0007-1013, sep. 2013, vol. 44, no. 5, str. 729-744, ilustr., doi: 10.1111/j.1467-8535.2012.01341.x.
3. PLESNIK, Emil, MALGINA, Olga, TASIČ, Jurij F., and ZAJC, Matej. Detection of the electrocardiogram fiducial points in the phase space using the euclidian distance measure. Medical engineering & physics, ISSN 1350-4533. [Print ed.], May 2012, vol. 34, no. 4, str. 524-529, ilustr. http://dx.doi.org/10.1016/j.medengphy.2012.01.005, doi: 10.1016/j.medengphy.2012.01.005.
4. MEŽA, Marko, BRESKVAR, Marko, KOŠIR, Andrej, BRICL, Irena, TASIČ, Jurij F., ROŽMAN, Primož. Telemedicine in the blood transfusion laboratory - remote interpretation of pre-transfusion tests. Journal of telemedicine and telecare, ISSN 1357-633X, 2007, vol. 13, no. 7, str. 357-362.
5. 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, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2750758.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Izbirni splošni predmet
Course title:	Elective general course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Avtomatika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	ISP
---	-----

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		60			130	10

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, prva stopnja, univerzitetni	Elektronika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	ISP
---	-----

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		60			130	10

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, prva stopnja, univerzitetni	Energetika in mehatronika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: ISP

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		60			130	10

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, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	ISP
---	-----

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		60			130	10

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 strokovni predmet
Course title:	Elective course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Avtomatika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	ISP
---	-----

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

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 strokovni predmet
Course title:	Elective course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektronika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	ISP
---	-----

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

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 strokovni predmet
Course title:	Elective course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: ISP

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

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 strokovni predmet
Course title:	Elective course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Energetika in mehatronika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: ISP

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

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 strokovni predmet
Course title:	Elective course

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	ISP
---	-----

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

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:	Komunikacijski sistemi
Course title:	Communication Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64114
---	-------

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			85	7

Nosilec predmeta/Lecturer:	Andrej Kos, Janez Bešter
----------------------------	--------------------------

Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni – strokovi/compulsory professional
-----------------------------	--

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Vpis v letnik študija.	Enrolment in the class.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
<p>Temeljni pojmi s področja informacijskih in komunikacijskih sistemov. Informacijska družba in informacijski viri.</p> <p>Digitalna transformacija. Uporabniki in ponudniki informacijskih in komunikacijskih storitev, storitve in vsebine ter njihove aplikacije.</p> <p>Model komunikacijskega kanala. Digitalni prenos podatkov.</p> <p>Pomen komunikacijskih slojev, skladov, protokolov, protokolnih enot; referenčni model OSI in sklad TCP/IP.</p> <p>Arhitekture komunikacijskih omrežij, dostop, jedro in omrežja nosilnih storitev. Primeri in delovanje nekaterih sistemov za zagotavljanje komunikacijskih storitev: brezžična in mobilna komunikacijska omrežja, širokopasovni internetni sistem, satelitska in RTV omrežja.</p> <p>Osnove spleta in spletnih tehnologij. Klasične storitve internetnega okolja in internetne aplikacije. Koncept in praktični primeri uporabe interneta stvari.</p>	<p>Fundamentals of information and communication systems. Information society. Information resources. Digital transformation. Users and information-communication service and content providers, services and their application.</p> <p>Communication channel model. Digital data transmission.</p> <p>Purpose of layered models and communication protocols, protocol data units. OSI and TCP/IP reference models.</p> <p>Architectures of communication networks; access and core networks. Examples and operation of selected systems in communication services provisioning: Ethernet, xDSL, wireless and mobile networks, Internet systems with TCP/IP, satellite networks.</p> <p>Broadband concept, mobility, and multimedia.</p> <p>Fundamentals of Web and Web technologies.</p> <p>Traditional Internet services and applications. Internet of things – concept and application examples.</p>

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. Sauter, M., From GSM to LTE-Advanced: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband, John Wiley & Sons, Chichester, 2014

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:

Cilj predmeta je podati temeljna znanja s področja rabe in delovanja informacijskih in komunikacijskih sistemov, ki so potrebna za bodoče inženirje tehnične stroke. Predmet sestavlja teoretična osnova, ki je navezana na praktična znanja iz prakse in realnih okolij projektov. Snov predstavlja zaključeno celoto, zanimivo za vse študente elektrotehnike in multimedije, hkrati pa je osnova za spremljanje strokovnih predmetov v višjih letnikih študija informacijski in komunikacijskih tehnologij ter multimedije.

Objectives and competences:

The objective of the course is to introduce fundamental knowledge about operation and application of information and communication systems. The course combines theoretical background with practical applications and real-world examples. The topics build an integral whole, which is of interest and necessary for all students of electrical engineering and multimedia. At the same time it facilitates involvement in professional subjects on information and communication technologies and multimedia in the continuation of the study.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:
 -navesti ključne tehnologije v ozičenih, brezžičnih in mobilnih omrežjih ter opisati njihove značilnosti,
 -skicirati arhitekture in pojasniti delovanje internetskih sistemov s protokolom IP, mobilnega sistema GSM ter brezžičnega sistema WLAN,
 -razlikovati med namenom protokolov v različnih plasteh referenčnega modela internetskih sistemov,
 -pojasniti koncept in možne uporabe interneta stvari in razlikovati vlogo njegovih gradnikov,
 -konfigurirati enostavno domače ozičeno in brezžično omrežje,
 -ovrednotiti realne prenosne hitrosti v različnih komunikacijskih sistemih, preračunavati hitrosti, čase in količine prenesenih podatkov.

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course, students should be able to:
 - list key technologies in wired, wireless and mobile networks and describe their features,
 - sketch the architectures and explain the operation of IP based internet systems, GSM mobile network and WLAN,
 -differentiate among purposes of communication protocols at various layers of TCP/IP reference model,
 -explain the concept and possible use cases of the internet of things and purpose of its' building parts,
 -configure a simple home wired- and wire-less network,
 -evaluate effective transfer rates in various communication systems and calculate rates, times and volumes of transferred data.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, na katerih se študent seznaní s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. Eizobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.

Learning and teaching methods:

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:

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

Delež/Weight Assessment:

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. STEGEL, Tine, STERLE, Janez, SEDLAR, Urban, BEŠTER, Janez, KOS, Andrej. SCTP multihoming provisioning in converged IP-based multimedia environment. Computer communications, ISSN 0140-3664. [Print ed.], 2010, vol. 33, no. 14, str. 1725-1735, ilustr. [COBISS.SI-ID 7960404]
2. SEDLAR, Urban, BEŠTER, Janez, KOS, Andrej. Računalništvo v oblaku v telekomunikacijah in primeri uporabe. V: MLINAR, Tomi (ur.), CAF, Dušan (ur.), ROBNIK, Ana (ur.), HUDO BIVNIK, Alojz (ur.), MEŠE, Pavel (ur.).

- Šestindvajseta delavnica o telekomunikacijah, 7. in 8. november 2011, Brdo pri Kranju. Komunikacije in računalništvo v oblaku : zbornik referatov, (VITEL). Ljubljana: Elektrotehniška zveza Slovenije, cop. 2011, f. 3-6, ilustr.
3. 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. [COBISS.SI-ID 6606932]
 4. KOS, Andrej, SEDLAR, Urban, PETERNEL, Klemen, VOLK, Mojca, STERLE, Janez, ZEBEC, Luka, VIDONJA, Tomaž, BEŠTER, Janez. Odprta komunikacijska platforma IoT. V: SIMIČ, Nikolaj (ur.), et al. Internet stvari : zbornik referatov, Petindvajseta delavnica o telekomunikacijah, 12. in 13. maj 2011, Brdo pri Kranju, (VITEL, ISSN 1581-6737). Ljubljana: Elektrotehniška zveza Slovenije. cop. 2011, f. 11-15, ilustr. [COBISS.SI-ID 8409684]
 5. 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.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Linearna elektronska vezja
Course title:	Linear Electronic Circuits

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektronika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64144S

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Andrej Žemva

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.	Enrollment in the study year.
----------------	-------------------------------

Vsebina:

Unipolarni tranzistor (FET) in osnovne ojačevalne stopnje. Bipolarni tranzistor (BJT) in osnovne ojačevalne stopnje. Enosmerna analiza za določitev delovne točke, malosignalna analiza za izračun prenosne funkcije vezja. Frekvenčna odvisnost. Prenosna funkcija in Bodejevi diagrami. Frekvenčni odziv FET in BT. Tokovna zrcala in aktivna bremena. Tokovna zrcala s FET in BT. Aktivna bremena s FET in BT. Diferencialni in večstopenjski ojačevalniki. Diferencialna stopnja: osnovni princip delovanja, model DC in AC, protifazno in so fazno krmiljenje, CMRR z BT, MOSFET in JFET. Preprosta izvedba operacijskega ojačevalnika z diferencialnim BT in izhodno stopnjo. Povratne vezave (PV). Koncept PV, prednosti in slabosti PV. Analiza vezij s PV, vpliv PV na ojačanje in frekvenčni pas. Osnovne topologije PV. Praktični primeri vezij s PV. PV in stabilnost. Nyquistov kriterij stabilnosti, amplitudna in fazna meja. Prinzip frekvenčne kompenzacije. Primeri uporabe: ojačevalnik FET s PV.

Content (Syllabus outline):

Unipolar transistor (FET) and basic amplifier stages. Bipolar transistor (BJT) and basic amplifier stages. DC circuit analysis for determining quiescent point, small signal analysis and calculation of circuit transfer function. Frequency response. Circuit transfer function and Bode plots. Frequency response of FET and BT. Current mirrors and active loads. Current mirrors with FET and BT. Active loads with FET and BT. Differential and multi-stage amplifiers. Differential stage: basic principle of operation, DC and AC model, differential and common mode input signal, CMRR of FET, MOSFET and JFET. Simple implementation of operational amplifier with differential BT and output stage. Feedback. Concept of feedback, advantages and disadvantages. Analysis of circuits with feedback. Feedback influence on gain and bandwidth. Basic feedback topologies and examples of circuits with feedback. Feedback and stability. Nyquist stability criterion, gain and phase margins. Principle of frequency compensation. Design application: MOSFET feedback circuit.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- NEAMEN, Donald A. Microelectronics: Circuit Analysis and Design. 4th Edition. McGraw-Hill. 2011.
- ŽEMVA, Andrej. Linearna elektronika. Gradivo za laboratorijske vaje. 2014.

Cilji in kompetence:

Predmet podaja temeljna znanja s področja linearne elektronike in obravnava osnovne ojačevalne stopnje, njihovo analizo in modeliranje, frekvenčno odvisnost, povratne vezave in stabilnost vezij. Pridobljena znanja so osnova za vse nadaljnje predmete s področja analognih in analogno-digitalnih elektronskih vezij.

Objectives and competences:

Solid knowledge of linear electronics and basic amplifier stages, analysis and modeling, frequency response, feedback and stability. Gained knowledge forms the solid basis for all further courses on analog and mixed signal electronic circuits.

Predvideni študijski rezultati:

Študent bo osvojil analizo elektronskih vezij in spoznal temeljne principe linearne elektronike. Osvojil bo znanja s področja eno in večstopenjskih ojačevalnikov, frekvenčne odvisnosti, povratnih vezav in njihovega vpliva na stabilnost.

Intended learning outcomes:

Student will master analysis of electronic circuits, linear electronics, single and multi-stage amplifiers, frequency response, feedback and stability.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, avditorne in laboratorijske vaje za utrditev teoretičnih osnov.

Learning and teaching methods:

Lectures and tutorials.

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

Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocene od 1 do vključno 5 so negativne, 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: from 1 to 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	10,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	60,00 %	written exam
ustni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

- 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.
- 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.
- 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.
- SLUGA, Janez, ZALETTELJ, 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.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Matematika I
Course title:	Mathematics I

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64101
---	-------

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		45			120	9

Nosilec predmeta/Lecturer:	Gregor Dolinar
----------------------------	----------------

Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni – splošni/compulsory general
-----------------------------	--------------------------------------

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

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

Vpis v prvi letnik študija.	Enrolment in the first year of study.
-----------------------------	---------------------------------------

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Številske množice (naravna števila, racionalna števila, realna števila, kompleksna števila). Zaporedja (stekališče, limita, omejenost). Številske vrste (konvergenca, kriteriji za konvergenco vrste, harmonična vrsta, alternirajoča vrsta). Funkcije (definicijsko območje, zaloga vrednosti, sodost in lihost, injektivnost, surjektivnost, bijektivnost, kompozitum, inverzna funkcija, elementarne funkcije, limita, zveznost). Odvod funkcije (pravila za odvajanje, geometrijska interpretacija, diferencial, uporaba odvoda). Integral funkcije (nedoločeni integral, določeni integral, uporaba integrala).	Number systems (positive integers, rational numbers, real numbers, complex numbers). Sequences (accumulation point, limit, boundedness). Series (convergence, convergence tests, harmonic series, alternating series). Functions of one real variable (domain of definition, image, oddness and evenness, injectivity, surjectivity, bijectivity, composition, inverse function, elementary functions, limit , continuity). Derivative of a function (derivation rules, geometric interpretation, differential, applications). Integral of a function (indefinite integral, definite integral, applications of definite integral).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. G. Dolinar, Matematika 1, Založba FE in FRI, 2010.
 2. P. Šemrl, Osnove višje matematike 1, DMFA-založništvo, 2009.
 3. M. Akveld, R. Sperb, Analysis I, vdf Hochschulverlag, ETH Zürich, 2009.
 4. G. B. Thomas: Thomas' Calculus, Pearson Education, 2005.
 5. B. Jurčič-Zlobec, N. Mramor Kosta: Zbirka nalog iz Matematike I, Založba FE in FRI, 2009.
 6. G. Dolinar, U. Demšar: Rešene naloge iz Matematike I za VSP, Založba FE in FRI, 2004.
- Spletna učilnica eFE <https://e.fe.uni-lj.si>

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Osvojiti osnovne pojme matematične analize ter razširiti in poglobiti njihovo razumevanje. Razviti analitično razmišljanje in natančno logično sklepanje.	To master the basic concepts of mathematical analysis and to be able to better understand them. To develop

	analytical thinking and careful and exact mathematical reasoning.
--	---

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • reševati osnovne probleme iz matematične analize, ki vključuje zaporedja, vrste, funkcije, odvode in integrale, • izbrati ustrezeno matematično orodje, • izračunati odvode elementarnih funkcij in integrale nekaterih razredov funkcij, • analizirati in matematično interpretirati tehnične probleme, • povezati različna matematična orodja pri reševanju tehničnih problemov, • kritično ovrednotiti dobljeni rezultat. 	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • solve basic problems of mathematical analysis, including sequences, series, real functions, derivatives and integrals, • choose an appropriate mathematical tool, • compute the derivatives of elementary functions and integrals of some classes of functions, • analyse and mathematically interpret technical problems, • connect different mathematical tools for solving technical problems, • critically evaluate the solution.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, avditorne vaje in individualizirane domače naloge. Skupinska analiza, interpretacija in reševanje tehničnih problemov.	Lectures, tutorials, and individualized homework. Collective analysis, interpretation, and solving of technical problems.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: domače naloge, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. K izpitu lahko pristopijo tisti, ki pravilno rešijo določeno število domačih nalog in so prisotni na določenem številu avditorskih vaj. Pozitivna ocena na pisnem izpitu je pogoj za pristop k izpitu iz teorije. Pozitivna ocena na izpitu iz teorije je pogoj za skupno pozitivno oceno. Kandidat lahko opravi pisni izpit tudi z dvema kolokvijema. Prispevki k oceni: - pisni izpit, - izpit iz teorije.		Type: homework assignments, writing exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Only those who solve a predetermined number of homework assignments correctly and have a sufficient visit of tutorials can attend the exams. Positive grade at the writing exam is a prerequisite for the exam in theory. Positive grade at the exam in theory is a prerequisite for a positive final grade. The candidate can also pass the final exam by attending two partial exams. Contributions to final grade: - writing exam, - exam in theory.
pisni izpit	50,00 %	writing exam
izpit iz teorije	50,00 %	exam in theory

Reference nosilca/Lecturer's references:
1. DOLINAR, Gregor, KUZMA, Bojan, NAGY, Gergő, SZOKOL, Patrícia. Restricted skew-morphisms on matrix algebras. <i>Linear Algebra and its Applications</i> , ISSN 0024-3795, 2016, vol. 490, str. 1-17.
2. DOLINAR, Gregor, GUTERMAN, Aleksandr Ėmilevič, MAROVT, Janko. Monotone transformations on $B(H)$ with respect to the left-star and the right-star partial order. <i>Mathematical inequalities & applications</i> , ISSN 1331-4343, 2014, vol. 17, no. 2, str. 573-589.
3. DOLINAR, Gregor, GUTERMAN, Aleksandr Ėmilevič, KUZMA, Bojan, OBLAK, Polona. Commuting graphs and extremal centralizers. <i>Ars mathematica contemporanea</i> , ISSN 1855-3966, 2014, vol. 7, no. 2, str. 453-459.
4. DOLINAR, Gregor, MOLNÁR, Lajos. Automorphisms for the logarithmic product of positive semidefinite operators. <i>Linear and Multilinear Algebra</i> , ISSN 0308-1087, 2013, vol. 61, no. 2, str. 161-169.
5. DOLINAR, Gregor, GUTERMAN, Aleksandr Emilevič, MAROVT, Janko. Automorphisms of $K(H)$ with respect to the star partial order. <i>Operators and matrices</i> , ISSN 1846-3886, 2013, vol. 7, no. 1, str. 225-239.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: Matematika II
Course title: Mathematics II

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64105

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		45			120	9

Nosilec predmeta/Lecturer: Gregor Dolinar

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – splošni/compulsory general

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

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

Vpis v prvi letnik študija in opravljen izpit pri predmetu Matematika I.
Namesto opravljenega izpita pri predmetu Matematika I zadostujejo tudi opravljeni izpiti, ki pokrivajo naslednje vsebine: številske množice (naravna števila, racionalna števila, realna števila, kompleksna števila), zaporedja (stekališče, limita, omejenost), številske vrste (konvergenca, kriteriji za konvergenco vrste, alternirajoča vrsta), funkcije (definičnsko območje, zaloga vrednosti, sodost in lihost, injektivnost, surjektivnost, bijektivnost, kompozitum, inverzna funkcija, elementarne funkcije, limita, zveznost), odvod funkcije (pravila za odvajanje, geometrijska interpretacija, diferencial, uporaba odvoda), integral funkcije (nedoločeni integral, določeni integral, uporaba integrala).

Prerequisites:

Enrolment in the first year of study and completed exam Mathematics I.
The exam Mathematics I can be replaced by exams that cover the following topics: number systems (positive integers, rational numbers, real numbers, complex numbers), sequences (accumulation point, limit, boundedness), series (convergence, convergence tests, harmonic series, alternating series), functions of one real variable (domain of definition, image, oddness and evenness, injectivity, surjectivity, bijectivity, composition, inverse function, elementary functions, continuity, limit), derivative of a function (derivation rules, geometric interpretation, differential, applications), integral of a function (indefinite integral, definite integral, applications of definite integral).

Vsebina:

Matrike (osnovne operacije, matrični produkt, rang, determinanta, lastne vrednosti, lastni vektorji, linearne transformacije). Sistemi linearnih enačb (Gaussova eliminacija, Cramerjevo pravilo). Vektorji (osnovne operacije, skalarni produkt, vektorski produkt, mešani produkt, analitična geometrija). Funkcijske vrste (potenčna vrsta, Taylorjeva vrsta, Fourierjeva vrsta). Funkcije dveh in več spremenljivk (parcialni odvodi, odvod posredne funkcije, ekstrem, vezani ekstrem). Navadne diferencialne enačbe prvega reda (ločljive spremenljivke, linearna, eksaktna). Linearne navadne diferencialne enačbe višjih redov (konstantni

Content (Syllabus outline):

Matrices (basic operations, matrix product, rank, determinant, eigenvalues, eigenvectors, linear transformations). Systems of linear equations (Gauss elimination, Cramer's rule). Vectors (basic operations, scalar product, vector product, scalar triple product, analytic geometry). Function series (power series, Taylor series, Fourier series). Functions of two and more variables (partial derivatives, chain rule, extrema, conditional extrema). Ordinary differential equations (ODE) of the first order (with separable variables, linear, first integral). Linear ODE of higher orders (with constant coefficients, Euler's

koeficienti, Eulerjeva). Sistemi linearnih diferencialnih enačb, linearno neodvisne rešitve.

equation). Linear systems of ODEs, linearly independent solutions.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. G. Tomšič, N. Mramor Kosta, B. Orel: Matematika II, Založba FE in FRI, 2005.
2. P. Oblak, Matematika, Založba FE in FRI, 2014.
3. E. Kreyszig: Advanced engineering mathematics, John Wiley & Sons, 2006.
4. G. B. Thomas: Thomas' Calculus, Pearson Education, 2005.
5. David C. Lay, Linear algebra and its applications, Pearson, Addison Wesley, 2011.
6. N. Mramor Kosta, B. Jurčič-Zlobec: Zbirka nalog iz Matematike II, Založba FE in FRI, 2005.
7. G. Dolinar: Rešene naloge iz Matematike II za VSŠ, Založba FE in FRI, 2005.
8. Spletna učilnica eFE <https://e.fe.uni-lj.si>

Cilji in kompetence:

Osvojiti in nadgraditi osnovne matematične pojme, postopke in zakonitosti ter poglobiti njihovo razumevanje. Razviti analitično razmišlanje ter skrbno in natančno sklepanje. Spoznati programsko orodje za simbolno računanje (npr. Mathematica).

Objectives and competences:

To present and upgrade basic mathematical concepts, procedures, and laws, and to deepen their understanding. To develop analytical thinking and careful and exact mathematical reasoning. To become familiar with the software for symbolic computations (e.g., Mathematica).

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- reševati osnovne probleme iz matematične analize in linearne algebri, ki vključuje matrike, vektorje, funkcionske vrste, funkcije več spremenljivk in navadne diferencialne enačbe,
- izbrati ustrezno matematično orodje,
- rešiti nekatere tipe navadnih diferencialnih enačb,
- uporabiti programska orodja pri reševanju tehničnih problemov,
- analizirati in matematično interpretirati tehnične probleme,
- povezati različna matematična orodja pri reševanju tehničnih problemov,
- kritično ovrednotiti dobljeni rezultat.

Intended learning outcomes:

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

- solve basic problems of mathematical analysis and linear algebra, including matrices, vectors, function series, functions of several variables and ordinary differential equations,
- choose an appropriate mathematical tool,
- solve some types of ordinary differential equations,
- use of the software for solving technical problems,
- analyse and mathematically interpret technical problems,
- connect different mathematical tools for solving technical problems,
- critically evaluate the solution.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, avditorne in laboratorijske vaje ter individualizirane domače naloge. Skupinska analiza, interpretacija in reševanje tehničnih problemov.

Learning and teaching methods:

Lectures, tutorials, laboratory tutorials and homework assignments. Collective analysis, interpretation, and solving of technical problems.

Načini ocenjevanja:

Način: domače naloge, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. K izpitu lahko pristopijo tisti, ki pravilno rešijo določeno število domačih nalog in so prisotni na določenem številu avditorskih vaj. Pozitivna ocena na pisnem izpitu je pogoj za pristop k izpitu iz teorije. Pozitivna ocena na izpitu iz teorije je pogoj za skupno pozitivno oceno. Kandidat lahko opravi pisni izpit tudi z dvema kolokvijema. Prispevki k oceni: - pisni izpit, - izpit iz teorije.

Delež/Weight Assessment:

Type: homework assignments, writing exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Only those who solve a predetermined number of homework assignments correctly and have a sufficient visit of tutorials can attend the exams. Positive grade at the writing exam is a prerequisite for the exam in theory. Positive grade at the exam in theory is a prerequisite for a positive final grade. The candidate can also pass the final exam by attending two partial exams.

		Contributions to final grade: - writing exam, - exam in theory.
pisni izpit	50,00 %	writing exam
izpit iz teorije	50,00 %	exam in theory

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 Ėmilevič, 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, GUTERMAN, Aleksandr Ėmilevič, KUZMA, Bojan, OBLAK, Polona. Commuting graphs and extremal centralizers. *Ars mathematica contemporanea*, ISSN 1855-3966, 2014, vol. 7, no. 2, str. 453-459.
4. DOLINAR, Gregor, MOLNÁR, Lajos. Automorphisms for the logarithmic product of positive semidefinite operators. *Linear and Multilinear Algebra*, ISSN 0308-1087, 2013, vol. 61, no. 2, str. 161-169.
5. DOLINAR, Gregor, GUTERMAN, Aleksandr Emilevič, MAROVT, Janko. Automorphisms of $K(H)$ with respect to the star partial order. *Operators and matrices*, ISSN 1846-3886, 2013, vol. 7, no. 1, str. 225-239.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: Matematika III
Course title: Mathematics III

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64111

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		45			120	9

Nosilec predmeta/Lecturer: Gregor Dolinar, Melita Hajdinjak

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – splošni/compulsory general

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

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

Vpis v letnik študija ter opravljena izpita pri predmetih Matematika I in Matematika II. Namesto opravljenih izpitov pri predmetih Matematika I in Matematika II zadostujejo tudi opravljeni izpiti, ki pokrivajo naslednje vsebine: številske množice (naravna števila, racionalna števila, realna števila, kompleksna števila), zaporedja (stekališče, limita, omejenost), številske vrste (konvergenca, kriteriji za konvergenco vrste, alternirajoča vrsta), funkcije (definicijsko območje, zaloga vrednosti, sodost in lihost, injektivnost, surjektivnost, bijektivnost, kompozitum, inverzna funkcija, elementarne funkcije, limita, zveznost), odvod funkcije (pravila za odvajanje, geometrijska interpretacija, diferencial, uporaba odvoda), integral funkcije (nedoločeni integral, določeni integral, uporaba integrala), matrike (osnovne operacije, matrični produkt, rang, determinanta, lastne vrednosti, lastni vektorji, linearne transformacije), sistemi linearnih enačb (Gaussova eliminacija, Cramerjevo pravilo), vektorji (osnovne operacije, skalarni produkt, vektorski produkt, mešani produkt, analitična geometrija), funkcionske vrste (potenčna vrsta, Taylorjeva vrsta), funkcije dveh in več spremenljivk (parcialni odvodi, odvod posredne funkcije, ekstrem, vezani ekstrem).	Enrolment in the year of the course and completed exams Mathematics I and Mathematics II. The exams Mathematics I and Mathematics II can be replaced by exams that cover the following topics: number systems (positive integers, rational numbers, real numbers, complex numbers), sequences (accumulation point, limit, boundedness), series (convergence, convergence tests, harmonic series, alternating series), functions of one real variable (domain of definition, image, oddness and evenness, injectivity, surjectivity, bijectivity, composition, inverse function, elementary functions, continuity, limit), derivative of a function (derivation rules, geometric interpretation, differential, applications), integral of a function (indefinite integral, definite integral, applications of definite integral), matrices (basic operations, matrix product, rank, determinant, eigenvalues, eigenvectors, linear transformations), systems of linear equations (Gauss elimination, Cramer's rule), vectors (basic operations, scalar product, vector product, scalar triple product, analytic geometry), function series (power series, Taylor series), functions of two and more variables (partial derivatives, chain rule, extrema, conditional extrema).
---	--

Vsebina:

Diferencialna geometrija (krivulja, ploskev v prostoru). Mnogoterni integral (integral s parametrom, dvojni in trojni integral). Vektorska analiza (gradient, divergenca, rotor, operator nabla). Krivuljni in ploskovni integral (Greenova formula, Gaussov izrek, Stokesova formula).

Content (Syllabus outline):

Differential geometry (curves, surfaces in three-dimensional Euclidean space). Multiple integral (parameter-dependent integral, double and triple integral). Vector analysis (gradient, divergence, curl, nabla operator). Line and surface integrals (Green's

Kompleksna analiza (analitične funkcije, elementarne kompleksne funkcije, integriranje kompleksnih funkcij, Laurentova vrsta, teorija residoov).	theorem, divergence theorem of Gauss, Stokes's theorem). Complex analysis (complex analytic functions, elementary complex functions, complex integration, Laurent series, theory of residues).
--	--

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. G. Dolinar, Matematika 1, Založba FE in FRI, 2010.
 2. P. Šemrl, Osnove višje matematike 1, DMFA-založništvo, 2009.
 3. M. Akveld, R. Sperb, Analysis I, vdf Hochschulverlag, ETH Zürich, 2009.
 4. G. B. Thomas: Thomas' Calculus, Pearson Education, 2005.
 5. B. Jurčič-Zlobec, N. Mramor Kosta: Zbirka nalog iz Matematike I, Založba FE in FRI, 2009.
 6. G. Dolinar, U. Demšar: Rešene naloge iz Matematike I za VSP, Založba FE in FRI, 2004.
- Spletna učilnica eFE <https://e.fe.uni-lj.si>

Cilji in kompetence:

Nadgraditi osnovne pojme matematične analize, postopke in zakonitosti. Razviti analitično razmišljanje in natančno logično sklepanje. Nadgraditi poznavanje programskega orodja za simbolno računanje (npr. Mathematica).

Objectives and competences:

To upgrade the basic concepts of mathematical analysis, procedures, and laws. To develop analytical thinking and careful and exact mathematical reasoning. To upgrade the knowledge of the software for symbolic computations (e.g., Mathematica).

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- reševati osnovne probleme iz diferencialne geometrije in matematične analize, ki vključuje vektorsko in kompleksno analizo,
- izbrati ustrezno matematično orodje,
- izračunati osnovne mnogoterne ter krivuljne in ploskovne integrale,
- uporabiti matematična programska orodja pri reševanju tehničnih problemov,
- analizirati in matematično interpretirati tehnične probleme,
- povezati različna matematična orodja pri reševanju tehničnih problemov,
- kritično ovrednotiti dobljeni rezultat.

Intended learning outcomes:

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

- solve basic problems of differential geometry and mathematical analysis, including vector and complex analysis,
- choose an appropriate mathematical tool,
- compute basic multiple, line and surface integrals,
- use appropriate mathematical software for solving technical problems,
- analyse and mathematically interpret technical problems,
- connect different mathematical tools for solving technical problems,
- critically evaluate the solution.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, avditorne in laboratorijske vaje ter individualizirane domače naloge. Skupinska analiza, interpretacija in reševanje tehničnih problemov.

Learning and teaching methods:

Lectures, tutorials, laboratory tutorials and homework assignments. Collective analysis, interpretation, and solving of technical problems.

Načini ocenjevanja:

Način: domače naloge, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. K izpitu lahko pristopijo tisti, ki pravilno rešijo določeno število domačih nalog in so prisotni na določenem številu avditorskih vaj. Pozitivna ocena na pisnem izpitu je pogoj za pristop k izpitu iz teorije. Pozitivna ocena na izpitu iz teorije je pogoj za skupno pozitivno oceno. Kandidat lahko opravi pisni izpit tudi z dvema kolokvijema. Prispevki k oceni: - pisni izpit, - izpit iz teorije.

Delež/Weight Assessment:

Type: homework assignments, writing exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Only those who solve a predetermined number of homework assignments correctly and have a sufficient visit of tutorials can attend the exams. Positive grade at the writing exam is a prerequisite for the exam in theory. Positive grade at the exam in theory is a prerequisite for a positive final grade. The candidate can also pass the final exam by attending two partial exams.

		Contributions to final grade: - writing exam, - exam in theory.
pisni izpit	50,00 %	writing exam
izpit iz teorije	50,00 %	exam in theory

Reference nosilca/Lecturer's references:

Gregor Dolinar

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 Ēmilevič, 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, GUTERMAN, Aleksandr Ēmilevič, KUZMA, Bojan, OBLAK, Polona. Commuting graphs and extremal centralizers. *Ars mathematica contemporanea*, ISSN 1855-3966, 2014, vol. 7, no. 2, str. 453-459.
4. DOLINAR, Gregor, MOLNÁR, Lajos. Automorphisms for the logarithmic product of positive semidefinite operators. *Linear and Multilinear Algebra*, ISSN 0308-1087, 2013, vol. 61, no. 2, str. 161-169.
5. DOLINAR, Gregor, GUTERMAN, Aleksandr Emilevič, MAROVT, Janko. Automorphisms of $K(H)$ with respect to the star partial order. *Operators and matrices*, ISSN 1846-3886, 2013, vol. 7, no. 1, str. 225-239.

Melita Hajdinjak

1. SULIĆ KENK, Vildana, MANDELJČ, Rok, KOVĀČIČ, 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: Matematika IV
Course title: Mathematics IV

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64115

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Gregor Dolinar, Melita Hajdinjak

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – splošni/compulsory general

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

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

Vpis v letnik študija ter opravljeni izpiti pri predmetih Matematika I, Matematika II in Matematika III. Namesto opravljenih izpitov pri predmetih Matematika I, Matematika II in Matematika III zadostujejo tudi opravljeni izpiti, ki pokrivajo naslednje vsebine: številske množice (naravna števila, racionalna števila, realna števila, kompleksna števila), zaporedja (stekališče, limita, omejenost), številske vrste (konvergenca, kriteriji za konvergenco vrste, alternirajoča vrsta), funkcije (definicijo območje, zaloga vrednosti, sodost in lihost, injektivnost, surjektivnost, bijektivnost, kompozitum, inverzna funkcija, elementarne funkcije, limita, zveznost), odvod funkcije (pravila za odvajanje, geometrijska interpretacija, diferencial, uporaba odvoda), integral funkcije (nedoločeni integral, določeni integral, uporaba integrala), funkcionske vrste (potenčna vrsta, Taylorjeva vrsta, Fourierjeva vrsta), funkcije dveh in več spremenljivk (parcialni odvodi, odvod posredne funkcije, ekstrem, vezani ekstrem), diferencialne enačbe (enačbe prvega reda (ločljive spremenljivke, linearna, eksaktna), linearne enačbe višjih redov (konstantni koeficienti, Eulerjeva), sistemi diferencialnih enačb, linearne neodvisne rešitve), kompleksna analiza (analitične funkcije, elementarne kompleksne funkcije, integriranje kompleksnih funkcij, Laurentova vrsta, teorija residuov).

Prerequisites:

Enrolment in the year of the course and completed exams Mathematics I, Mathematics II, and Mathematics III. The exams Mathematics I, Mathematics II, and Mathematics III can be replaced by exams that cover the following topics: number systems (positive integers, rational numbers, real numbers, complex numbers), sequences (accumulation point, limit, boundedness), series (convergence, convergence tests, harmonic series, alternating series), functions of one real variable (domain of definition, image, oddness and evenness, injectivity, surjectivity, bijectivity, composition, inverse function, elementary functions, continuity, limit), derivative of a function (derivation rules, geometric interpretation, differential, applications), integral of a function (indefinite integral, definite integral, applications of definite integral), function series (power series, Taylor series, Fourier series), functions of two and more variables (partial derivatives, chain rule, extrema, conditional extrema), ordinary differential equations (ODE) of the first order (with separable variables, linear), ODE of higher orders (with constant coefficients, Euler's equation), linear systems of ODEs, linearly independent solutions, complex analysis (complex analytic functions, elementary complex functions, complex integration, Laurent series, theory of residues).

Vsebina:

Integralske transformacije (Fourierova transformacija, Laplaceova transformacija). Specialne funkcije (Gamma

Content (Syllabus outline):

Integral transformations (Fourier transformation, Laplace transformation). Special functions (Gamma

funkcija, Beta funkcija, Besselova funkcija). Parcialne diferencialne enačbe (enačba valovanja, enačba za prevajanje toplotne, Laplaceova enačba). Variacijski račun (Eulerjeva enačba). Metoda končnih elementov.	function, Beta function, Bessel functions). Partial differential equations wave equation, heat equation, Laplace equation). Calculus of variations (Euler equation). The finite element method.
--	---

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. G. Tomšič, T. Slivnik: Matematika IV, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2004.
2. E. Kreyszig: Advanced engineering mathematics, John Wiley & Sons, 2006.
3. R. L. Burden, J. D. Faires: Numerical Analysis, 9th Edition, Brooks/Cole, 2011.
4. L. Komzsik: Applied Calculus of Variations for Engineers, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2009.
5. T. Žitko: Zbirka nalog iz Matematike IV, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2004.
6. Spletna učilnica eFE <https://e.fe.uni-lj.si>

Cilji in kompetence:

Nadgraditi osnovne pojme matematične analize, postopke in zakonitosti. Razviti analitično razmišljanje in natančno logično sklepanje. Nadgraditi poznavanje programskega orodja za simbolno računanje (npr. Mathematica).

Objectives and competences:

To upgrade the basic concepts of mathematical analysis, procedures, and laws. To develop analytical thinking and careful and exact mathematical reasoning. To upgrade the knowledge of the software for symbolic computations (e.g., Mathematica).

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- opisati integralske transformacije, nekatere specjalne funkcije in variacijski račun,
- rešiti nekatere najpomembnejše parcialne diferencialne enačbe,
- uporabiti programska orodja pri reševanju tehničnih problemov,
- kritično analizirati uporabo osnovnih matematičnih procedur in zakonov za reševanje tehničnih problemov, ki se pojavijo v praksi,
- identificirati, analizirati in povezati različna matematična orodja pri reševanju tehničnih problemov,
- kritično ovrednotiti dobljeni rezultat,
- osvojiti natančnost, konsistentnost in urejenost.

Intended learning outcomes:

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

- knowledge of integral transformations, some special functions, and calculus of variations,
- solve some of the most important partial differential equations,
- use of the software for solving technical problems,
- critically analyse of the use of the basic mathematical procedures and laws for solving technical problems that we encounter in practise,
- identify, analyse and connect different mathematical tools for solving technical problems,
- critically evaluate the solution,
- master exactness, consistency, diligence, and tidiness.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, avditorne in laboratorijske vaje ter individualizirane domače naloge. Skupinska analiza, interpretacija in reševanje tehničnih problemov.

Learning and teaching methods:

Lectures, tutorials, laboratory tutorials and homework assignments. Collective analysis, interpretation, and solving of technical problems.

Načini ocenjevanja:

Način: domače naloge, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. K izpitu lahko pristopijo tisti, ki pravilno rešijo določeno število domačih nalog in so prisotni na določenem številu avditorskih vaj. Pozitivna ocena na pisnem izpitu je pogoj za pristop k izpitu iz teorije. Pozitivna ocena na izpitu iz teorije je pogoj za skupno pozitivno oceno. Kandidat lahko opravi pisni izpit tudi z dvema kolokvijema. Prispevki k oceni: - pisni izpit, - izpit iz teorije.

Delež/Weight Assessment:

Type: homework assignments, writing exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Only those who solve a predetermined number of homework assignments correctly and have a sufficient visit of tutorials can attend the exams. Positive grade at the writing exam is a prerequisite for the exam in theory. Positive grade at the exam in theory is a prerequisite for a positive final grade. The candidate can also pass the final exam by attending two partial exams.

		Contributions to final grade: - writing exam, - exam in theory.
pisni izpit	50,00 %	writing exam
izpit iz teorije	50,00 %	exam in theory

Reference nosilca/Lecturer's references:

Gregor Dolinar

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 Ēmilevič, 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, GUTERMAN, Aleksandr Ēmilevič, KUZMA, Bojan, OBLAK, Polona. Commuting graphs and extremal centralizers. *Ars mathematica contemporanea*, ISSN 1855-3966, 2014, vol. 7, no. 2, str. 453-459.
4. DOLINAR, Gregor, MOLNÁR, Lajos. Automorphisms for the logarithmic product of positive semidefinite operators. *Linear and Multilinear Algebra*, ISSN 0308-1087, 2013, vol. 61, no. 2, str. 161-169.
5. PERUTKOVÁ, Šárka, DANIEL, Matej, RAPPOLT, Michael, PABST, Georg, DOLINAR, Gregor, KRALJ-IGLIČ, Veronika, IGLIČ, Aleš. Elastic deformations in hexagonal phases studied by small-angle X-ray diffraction and simulations. *PCCP. Physical chemistry chemical physics*, ISSN 1463-9076, Feb. 2011, vol. 13, no. 8, str. 3100-3107.

Melita Hajdinjak

1. SULIĆ KENK, Vildana, MANDELJC, Rok, KOVACIČ, 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 : iss

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Mehanika in termodinamika
Course title:	Mechanics and thermodynamics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64147

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		45			95	8

Nosilec predmeta/Lecturer: Aleš Iglič

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni – splošni/compulsory 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:

MEHANIKA: kinematika, Newtonovi zakoni, izrek o vrtilni količini, izrek o kinetični in potencialni energiji, harmonično nedušeno nihanje, dušeno nihanje, vsiljeno nihanje, sklopljeno nihanje, deformacija trdnih snovi, osnovne lastnosti tekočin, opis gibanja tekočin, pretakanje viskozne tekočine po cevi, Bernoullijeva enačba, sile na telesa v tekočini, Laplace-ova enačba, Young-ova enačba, mehansko valovanje
TERMODINAMIKA: kinetična teorija plinov, entropijski zakon, termodinamske funkcije in termodinamsko ravnovesje sistema, prenos toplove, toplotni in hladilni stroji, topotno raztezanje trdnih snovi in kapljevin

Content (Syllabus outline):

MECHANICS: kinematics, Newton's laws, angular momentum, law of gravity, kinetic and potential energy, conservation of energy, harmonic oscillations, damped oscillations, forced oscillation, coupled oscillation, introduction to continuum mechanics, introduction to fluid mechanics (Bernoulli equation, viscosity, Poiseuille – Hagen equation), surface tension (Laplace equation, Young equation), Stokes law, quadratic friction law, mechanical waves
THERMODYNAMICS: kinetic theory of gases, first law of thermodynamics, entropy and second law of thermodynamics, thermodynamic functions, thermodynamic equilibrium of the system, heat transfer, heat engines, thermal expansion of solids and liquids

Temeljna literatura in viri/Readings:

- Raymond A. Serway: Physics (international edition), Sounders Golden Sunburst Series (vsakokratna nova izdaja)
- Aleš Iglič, Veronika Kralj-Iglič: Mehanika in termodinamika, Založba FE in FRI, vsakokratna nova izdaja, je tudi na domači strani:
http://physics.fe.uni-lj.si/students/predavanja/zapiski_iglic_fiz1.html
- T. Gyergyek, V. Kralj-Iglič, A. Iglič, M. Fošnarič: [Vaje iz Fizike 1](#), Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, vsakokratna nova izdaja je tudi na domači strani:
http://physics.fe.uni-lj.si/students/predavanja/zapiski_iglic_fiz1.html
- J. Strnad: Fizika 1. del: Mehanika, toploplota, DMFA, najnovejša izdaja

Cilji in kompetence:

Objectives and competences:

-splošne osnove tehnične in naravoslovne izobrazbe. -pridobljena sposobnost logičnega naravoslovnega in tehničnega razmišljanja.	- to acquire a general education in technical and natural sciences - to gain better understanding of theoretical and experimental methods in natural and technical sciences.
---	---

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem izpitu bi študenti pridobili:
 -poznavanje osnov mehanike in termodinamike, ki jim omogoča uspešno kariero razvijalcev in raziskovalcev v industriji ali na raziskovalnih inštitutih,
 -zadostno osnovno izobrazbo na področju mehanike in termodinamike, ki jim omogoča kasnejše delovanje v visoko-tehnološki industriji.

Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni:
 - uporabe osnovnih metod teoretične mehanike in termodinamike pri predmetih v višjih letnikih študija elektrotehniki,
 -uporabe temeljnih zakonov mehanike in termodinamike pri reševanju splošnejših problemov v elektrotehniki ,
 -reševanja praktičnih problemov v elektrotehniki, ki omogoča študentom kasnejše samostojno delovanje v industriji in na inštitutih
 -reševanja kompleksnejših interdisciplinarnih problemov, ki zahtevajo znanje mehanike in termodinamike z uporabo analitičnih metod s področja fizike.

Intended learning outcomes:

Successful completion of the course will provide the students with:

- education in fundamental mechanics and thermodynamics, preparing them for a future as problem solvers or researchers in industry and in research institutes
- a good basic education in mechanics and thermodynamics suitable for a career in high-technology industry.

After completion of the course the students should be able to/of:

- use the basic theoretical tools of mechanics and thermodynamics that are needed for the more specialised courses in electrical engineering,
- application of the basic laws of mechanics and thermodynamics to solve general problems in electrical engineering,
- solve practical problems in engineering , which prepare the students for independent research and development work in reserach institutes and in the industry ,
- solve complex interdisciplinary engineering problems, requiring a knowledge and understanding of thermodynamics and mechanics, as well as experience with analytical tools from the field of physics.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, vaje, demonstracijski poskusi med predavanji, obiski znanstvenih inštitutov, predavanja gostujočih profesorjev iz tujine.

Learning and teaching methods:

Lectures, tutorials, demonstrative experiments during lectures and lectures of visiting professors from abroad.

Načini ocenjevanja:

Način: pisni izpit, ustni izpit, projekt Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena pisnega izpita in predložen projekt iz poskusov, ki so bili prikazani na predavanjih, sta pogoja za pristop k ustrem izpitu. Prispevki k oceni: pisni izpit ustno izpraševanje projekt

Delež/Weight Assessment:

pisni izpit	40,00 %	written examination
ustno izpraševanje	50,00 %	oral examination
projekt	10,00 %	project

Reference nosilca/Lecturer's references:

1.MESAREC, Luka, GÓŽDŹ, Wojciech, KRALJ-IGLIČ, Veronika, KRALJ, Samo, IGLIČ, Aleš. Closed membrane shapes with attached BAR domains subject to external force of actin filaments. Colloids and Surfaces. B, Biointerfaces, 2016, vol. 141, str. 132-140.

- 2.DRABIK, Dominik, PRZYBYŁO, Magda, CHODACZEK, Grzegorz, IGLIČ, Aleš, LANGNER, Marek. The modified fluorescence based vesicle fluctuation spectroscopy technique for determination of lipid bilayer bending properties. *Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes*, 2016, vol. 1858, no. 2, str. 244-252.
- 3.KULKARNI, Mukta Vishwanath, PATIL-SEN, Yogita, JUNKAR, Ita, KULKARNI, Chandrashekhar, LORENZETTI, Martina, IGLIČ, Aleš. Wettability studies of topologically distinct titanium surfaces. *Colloids and Surfaces. B, Biointerfaces*, 2015, vol. 129, str. 47-53.
- 4.PENIČ, Samo, IGLIČ, Aleš, BIVAS, Isak, FOŠNARIČ, Miha. Bending elasticity of vesicle membranes studied by Monte Carlo simulations of vesicle thermal shape fluctuations. *Soft Matter*, 2015, vol. 11, no. 25, str. 5004-5009.
- 5.NARENDRAKUMAR, Krunal, KULKARNI, Mukta Vishwanath, ADDISON, Owen, MAZARE, Anca, JUNKAR, Ita, SCHMUKI, Patrik, SAMMONS, Rachel, IGLIČ, Aleš. Adherence of oral streptococci to nanostructured

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Merilna instrumentacija
Course title:	Measurement Instrumentation

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64116

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Dušan Agrež, Janko Drnovšek

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 študija	Enrolment in the year of the course
-----------------------	-------------------------------------

Vsebina:

- a) zgradba merilnih instrumentov in sistemov (struktura in elementi, statične in dinamične karakteristike, vplivne veličine, analogno in digitalno prilagajanje in obdelava signalov)
- b) elektronski merilni instrumenti (multimeter, analogni in digitalni elektronski osciloskop, univerzalni števec, instrument z računalnikom) z ustreznimi prilagoditvenimi vezji
- c) merilni komunikacijski vmesniki, protokoli in programska oprema
- d) virtualni merilni instrumenti in sistemi (zgradba, strojna in programska oprema)
- e) Merjenje električnih veličin in ugotavljanje karakteristik merilnih pretvornikov;
- f) mostična vezja in zmanjšanje vplivov motilnih in šumnih signalov;
- g) karakteristični merilni instrumenti in naprave po področjih (telekomunikacije, energetika, elektronika,...) za materiale (specifične prevodnosti, ...) ter magnetna merjenja.

Content (Syllabus outline):

- a) Structure of measuring instruments and systems (structure and elements, static and dynamic characteristics, influence quantities, analog and digital conditioning and signal processing).
- b) Electronic measurement instruments (multi-meter, analog and digital electronic oscilloscope, universal counter, instrument with computer) and suitable conditioning circuits.
- c) Measurement communication interfaces, protocols and software;
- d) Virtual measuring instruments and systems (structure, hardware, and software);
- e) Measurement of electrical quantities and characteristics of measurement transducers;
- f) Measurement bridges and reduction of the influence of disturbing and noise signals;
- g) Characteristic measurement instruments and devices for different electrical fields (telecommunications, energetics, electronics ...), for materials (specific conductivity), and for magnetic measurements.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Morris A.S., Measurement and Instrumentation Principles, Third Edition, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2010.
2. Bhuyan M., Intelligent Instrumentation: Principles and Applications, CRC Press, 2010.
3. Bentley, J.P., Principles of Measurement Systems (4. edition), Pearson, Prentice Hall, 2005.
4. Agrež D. in ostali, Meritve in merilna instrumentacija - laboratorijski praktikum (ver. 4), University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, 2014.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
<p>Predmet uvaja osnovna znanja s področja merilne instrumentacije in merilnih sistemov. Cilji predmeta so:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) spoznati osnovno zgradbo merilnih instrumentov in sistemov, njihovih statičnih in dinamičnih lastnosti ter odvisnost od vplivnih veličin b) uvesti osnovne principe digitalizacije merjenih signalov v časovnem in frekvenčnem prostoru c) spoznati programsko in strojno opremo in elemente za avtomatizacijo merilnih sistemov d) spoznati napredne komunikacijske protokole in vmesnike e) analizirati vpliv električnih in elektronskih merilnih instrumentov na razmere v vezju f) spoznati nekatere osnovne značilnosti merjenj po področjih (energetika, telekomunikacije, elektronika...), in (magnetnih) materialov. 	<p>The course introduce basic knowledge of measurement instrumentation and systems. Objectives of the course are:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) to learn basic structure of measuring instruments and systems, their static and dynamic performances, and dependence on the influence quantities; b) to introduce the basic principles of digitalization of the measurement signals in the time and frequency domain; c) to get acquainted with software and hardware and the elements for automation of measurement systems; d) to learn advanced communication protocols and interfaces; e) to analyses the influences of electrical and electronic measuring instruments onto the circuit properties; f) to learn basic characteristics of measurements for different electrical fields (telecommunications, energetics, electronics ...), and for (magnetic) materials.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) razločevati in pojasniti osnovne zgradbe klasičnih, elektronskih in merilnih instrumentov podprtih z računalnikom; b) ovrednotiti statične in dinamične lastnosti merilnih naprav v časovnem in frekvenčnem prostoru; c) analizirati delovanje instrumentov v vezju in njihove omejitve glede na vplive okolice; d) uporabiti napredne komunikacijske protokole in vmesnike; e) izmeriti veličine po različnih električnih področjih (telekomunikacije, energetika, elektronika...). f) preizkusiti elektromagnetne lastnosti feromagnetnih materialov. 	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) distinguish and explain the basic structures of classical, and electrical instruments, and measuring instruments supported by computer; b) evaluate static and dynamic characteristics of the measurement devices in the time and frequency domain; c) analyses how measuring instruments work and their limitations in the context of the environment influence; d) use advanced communication protocols and interfaces; e) measure quantities in different electrical fields (telecommunications, energetics, electronics ...); f) test the electromagnetic characteristics of ferromagnetic materials.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
predavanja, laboratorijske vaje, reševanje praktičnih nalog (problemov)	Lectures, laboratory tutorials, solving practical tasks (problems).

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	30,00 %	Laboratory exercises
pisni izpit	50,00 %	Written exam
ustni izpit	20,00 %	Oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. Agrež D., "Weighted multi-point interpolated DFT to improve amplitude estimation of multi-frequency signal", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2002, vol. 51, no. 2., pp. 287-292.
2. Štremfelj J., Agrež D., "Nonparametric estimation of power quantities in the frequency domain using Rife-Vincent windows", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2013, vol. 62, no. 8, pp. 2171-2184.
3. Beguš S., Bojkovski J., Drnovšek J., Geršak G., "Magnetic effects on thermocouples", Measurement science & technology, 2014, vol. 3, no. 25, pp. 1-11.
4. Žužek V., Batagelj V., Drnovšek J., Bojkovski J., "Effect of bushings in thermometric fixed-point cells", Measurement, 2016, vol. 78, pp. 289-295.
5. D. Agrež, "A/D Conversion with Non-uniform Differential Quantization", Design, Modeling and Testing of Data Converters, P.Carbone et all (eds.), pub. by Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014, pp. 277-306.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Meritve
Course title:	Measurements

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	2. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64112
---	-------

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			85	7

Nosilec predmeta/Lecturer:	Dušan Agrež, Janko Drnovšek
----------------------------	-----------------------------

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:

Vpis v letnik študija	Enrolment in the year of the course
-----------------------	-------------------------------------

Vsebina:

- a) meroslovni sistemi (veličine, mednarodni sistem enot SI, definicije in realizacija enot fizikalnih veličin, diseminacija, sledljivost, umerjanje, preskušanje);
- b) temeljni principi merjenja in informacijska vsebina signalov, matematični model merilnega sistema, merilne lestvice, merilne strategije;
- c) merilna točnost in negotovost (absolutni in relativni pogrešek, merilni rezultat, prava vrednost, statistična obdelava rezultatov, merilna negotovost), prilagajanje signalov;
- d) merjenje električnih veličin (napetost, tok, moč, upornost, kapacitivnost, induktivnost, frekvenca, fazni kot, faktor moči, frekvenčni spekter...);
- e) uporaba osnovne merilne instrumentacije (ammeter, voltmeter, wattmeter, osciloskop, vektorski analizator....);
- f) merjenje neelektričnih veličin (temperatura, vlaga, tlak, sila, pomik, hrup, ...).

Content (Syllabus outline):

- a) Metrology systems (quantities, international system of units SI, definitions and realization of etalons of physical quantities, dissemination, traceability, calibration, conformity assessment);
- b) Fundamental principles of measurement and information content of signals, mathematical model of the measurement system measurement scales, measurement strategies;
- c) Measuring accuracy and uncertainty (absolute and relative errors, measurement result, true value, statistic analysis, measurement uncertainty), signal conditioning;
- d) Measurement of electrical quantities (voltage, current, power, resistance, capacitance, inductance, frequency, phase, power factor, frequency spectrum, ...);
- e) Application of basic measuring instrumentation (ammeter, voltmeter, wattmeter, oscilloscope, vector analyser);
- f) Measurement of non-electrical quantities (temperature, humidity, pressure, force, length, noise, ...).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Dunn P.F., Measurement and Data Analysis for Engineering and Science, Second Edition, CRC Press, 2010.
2. Morris A.S., Measurement and Instrumentation Principles, Third Edition, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2010.
3. Agrež D. in ostali, Meritve - laboratorijski praktikum (ver. 3), University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, 2013.

4. G. Geršak in ostali, Metrologija, University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, 2012.
 5. Tumanski S., Principles of Electrical Measurement, Taylor & Francis, CRC Press, 2006.
 6. Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement International Joint Committee for Guides in Metrology, 2008, (<http://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>).

Cilji in kompetence:

Predmet uvaja osnovna znanja s področja meroslovja in merjenja tehničnih veličin. Cilji predmeta so:
 a) proučiti temelje metrologije in metroloških sistemov, enote SI, povezave z drugimi področji znanosti;
 b) uvesti osnovne principe in obdelati prevladujočo tehničko prakso pri merjenju najbolj pomembnih veličin v tehniki, lastnosti merilnih signalov;
 c) seznaniti s postopki in metodami merjenja osnovnih električnih veličin in ugotavljanje karakteristik merilnih pretvornikov;
 d) koncept merjenja ter razumevanje in interpretacija merilnih rezultatov;
 e) proučiti vlogo statistike in analizo merilne negotovosti;
 f) uvod v praktično laboratorijsko/instrumentacijsko delo;
 g) seznanitev z varnostnimi zahtevami in zaščito pri uporabi merilne instrumentacije in stikom z električno energijo.

Objectives and competences:

The course introduce basic knowledge of metrology and measurements of technical quantities. Objectives of the course are:
 a) to study the fundamentals of metrology and metrological systems, Si units, connections with other fields of science;
 b) to introduce the basic principles of measurement of most important quantities in engineering, properties of measurement signals;
 c) to learn the approaches and methods of measurement of basic electric quantities and characteristics of measurement transducers;
 d) to extend the concepts of measurement and comprehension and interpretation of the measurement results;
 e) to study the meaning of statistic and analysis of measurement uncertainty;
 f) to prepare for laboratory practices and work;
 g) to learn the security requirements and protection when using measurement instrumentation in connection with power supply.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:
 a) prepoznati merjenje kot osnovno znanstveno disciplino za pridobivanje in ovrednotenje informacij;
 b) razločevati osnovne pojme s področja meroslovja in meroslovnih sistemov;
 c) odločiti se za pravilne metode merjenja temeljnih elektromagnetnih veličin in neelektričnih veličin;
 d) načrtovati prilagajanje signalov v vhodnih stopnjah merilnih sistemov,
 e) uporabiti osnovne merilne instrumente (ampermeter, voltmeter, osciloskop, ..);
 f) ovrednotiti merilne rezultate s statističnimi metodami in vpliv na merilno negotovost;
 g) oceniti in interpretirati merilno točnost in negotovost v merilnem rezultatu.

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course, students should be able to:
 a) recognize measurements as basic discipline for acquisition and evaluation of information;
 b) distinguish the basics of metrology and metrology systems;
 c) choose the proper methods to measure basic electromagnetic quantities;
 d) design the input stages of measurement systems for signal conditioning;
 e) use the basic measuring instrumentation (ammeter, voltmeter, oscilloscope, ..);
 f) evaluate the measurement results using statistic methods and their influence on measurement uncertainty;
 g) know how to evaluate and interpret measurement accuracy and uncertainty in measurement result.

Metode poučevanja in učenja:

predavanja, laboratorijske vaje, reševanje praktičnih nalog (problemov).

Learning and teaching methods:

Lectures, laboratory tutorials, solving practical tasks (problems).

Načini ocenjevanja:

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.

Delež/Weight

Assessment:

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.

Prispevki k oceni:	• laboratorijske vaje, • pisni izpit, • ustni izpit.		Contributions to final grade:	• Laboratory exercises, • Written exam, • Oral examination.
laboratorijske vaje		30,00 %	Laboratory exercises	
pisni izpit		50,00 %	Written exam	
ustni izpit		20,00 %	Oral examination	

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. Agrež D., "Weighted multi-point interpolated DFT to improve amplitude estimation of multi-frequency signal", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2002, vol. 51, no. 2., pp. 287-292.
2. Štremfelj J., Agrež D., "'Nonparametric estimation of power quantities in the frequency domain using Rife-Vincent windows", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2013, vol. 62, no. 8, pp. 2171-2184.
3. Beguš S., Bojkovski J., Drnovšek J., Geršak G., "Magnetic effects on thermocouples", Measurement science & technology, 2014, vol. 3, no. 25, pp. 1-11.
4. Žužek V., Batagelj V., Drnovšek J., Bojkovski J., "Effect of bushings in thermometric fixed-point cells", Measurement, 2016, vol. 78, pp. 289-295.
5. D. Agrež, "A/D Conversion with Non-uniform Differential Quantization", Design, Modeling and Testing of Data Converters, P.Carbone et all (eds.), pub. by Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014, pp. 277-306.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modeliranje električnih strojev
Course title:	Electrical Machine Modelling

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Energetika in mehatronika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64157

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

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:

Uporaba temeljnih elektromagnetnih zakonov v električnih strojih. Energija v magnetnem polju, sile in navor. Elektromagnetne lastnosti materialov uporabljenih v električnih strojih.
 Analogija med magnetnimi krogi in električnimi vezji. Elektromagnetni princip delovanja in zapisi veznih modelov transformatorjev, kolektorskih strojev, sinhronskih strojev, elektronsko komutiranih strojev in asinhronskih strojev na podlagi analogije med magnetnimi krogi in električnimi vezji. Analiza stacionarnih obratovalnih stanj obravnavanih strojev s pomočjo tako zapisanih veznih modelov.
 Splošna vezna teorija električnih strojev in principi transformacij modelov.
 Transformacije veznih modelov sinhronskih strojev, elektronsko komutiranih strojev in asinhronskih strojev v modele zapisane na podlagi splošne vezne teorije električnih strojev. Obravnavanje stacionarnih in prehodnih elektromehanskih stanj strojev zapisanih v okviru splošne vezne teorije električnih strojev.
 Prinzipi vodenja sinhronskih strojev, elektronsko komutiranih strojev in asinhronskih strojev.

Content (Syllabus outline):

The fundamental electromagnetic laws used in electrical machines. Energy in a magnetic fields, force and torque. The electromagnetic properties of materials used in electrical machines.
 The analogy between magnetic circuits and electrical circuits.
 Electromagnetic principles and definition of transformers circuit models, commutator machines models, synchronous machines models, electronically commutated machines models and induction machines models based on the analogy between magnetic circuits and electrical circuits. Steady state operation analysis of electric machine by means of circuit models.
 Unified theory of electrical machinery and principles of models transformation.
 Transformation of synchronous machine, electronically commutated machine and induction machine models in to the models developed on the basis of the unified theory of electrical machines. Addressing the steady state and transient conditions of analyzed electrical machines described within the unified theory of electrical machines.
 Control principles of synchronous machines, electronically commutated machines and induction machines.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. JEREB, Peter, MILJAVEC, Damijan. Vezna teorija električnih strojev. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2009.
2. Jacek F. Geras, Advancements in Electric Machines, Springer, 2009.
3. Ion Boldea, Lucian Nicolae Tutelea, Electric Machines: Steady State, Transients, and Design with MATLAB, CRC Press, 2009.
4. P. S. Bimbhra: Generalized Theory of Electric Machinery, Khanna Publishers, Delhi, 2004.
5. Damijan Miljavec, Peter Jereb: Električni stroji – temeljna znanja, Ljubljana, 2009.

Cilji in kompetence:

Cilj predmeta je pridobiti poglobljena teoretična znanja in funkcionalno razumevanje delovanja električnih strojev. Usposobiti študenta za samostojno sintezo in analizo modelnih vezij električnih strojev ter z njihovo uporabo obravnavati stacionarna in prehodna elektromehanska stanja. Sposobnost določanja vrednosti elementov modelnih vezij na podlagi elektromehanskih preizkusov električnih strojev. Osvojena poglobljena znanja s področja teorije električnih strojev bodo omogočila načrtovanje električnih strojev, integracijo električnih strojev v krmilno regulacijske sisteme, uporabo električnih strojev v mehatronskih sistemih in sistemih za pretvorbo električne energije.

Objectives and competences:

The aim of this course is to gain an in-depth theoretical and functional understanding of electric machines operation. To qualify the student for independent synthesis and analysis of electrical machines circuit models and to address stationary and transient electromagnetic states of electric machines. Ability to determine the values of the elements of circuit models based on electromechanical testing of electrical machines. Conquered depth knowledge of the theory of electrical machines will enable the design of electrical machines, electrical machines integration in the control systems and the use of electrical machines in mechatronic systems and electric energy conversion.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:
 -opisati temeljne principe delovanja električnih strojev.
 -obravnavati električne stroje v obliki modelnih vezij
 -izračunati parametre modelnih vezij električnih strojev
 -analizirati stacionarna in prehodna elektromehanska stanja električnega stroja,
 -ovrednotiti zmogljivost električnih strojev na podlagi elektro-mehanskih preizkusov,
 -predlagati modelno vezje obravnavanih električnih strojev.

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course, students should be able to:
 - describe the basic principles of operation of electrical machines,
 - treat electrical machines in the form of model circuits,
 - calculate parameters of model circuits of electrical machines,
 -analyze the stationary and transient electromechanical states of the electric machine.
 -calculate the performance of electrical machines based on electro-mechanical tests,
 -propose the circuit model of the analysed electrical machines.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja in laboratorijske vaje. Laboratorijske vaje so s povišano nevarnostjo (visoka napetost, vrteči se deli,...).
 Predmet je sestavljen iz 45 ur predavanj in iz 30 ur laboratorijskih vaj s povišano nevarnostjo.

Learning and teaching methods:

Lectures and laboratory work. As an option it is possible to include the students in the projects carried out in the Laboratory of electrical machines.
 The course consists of 45 hours of lectures and 30 hours of laboratory exercises with heightened risk.

Načini ocenjevanja:

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 ALI 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.

Delež/Weight Assessment:

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 final grade: laboratory exercises written exam oral examination OR 2. Type: laboratory exercises, project. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a

Prispevki k oceni: laboratorijske vaje projekt in njegova predstavitev		prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises project and its presentation
laboratorijske vaje	10,00 %	laboratory exercises
pisni izpit ali projekt in njegova predstavitev	30,00 %	written exam or project and its presentation
ustni izpit ali projekt in njegova predstavitev	60,00 %	oral examination or 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:	Modul A: Navidezna in obogatena resničnost
Course title:	Module A: Virtual and Augmented Reality

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64134

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Matjaž Mihelj, 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. Enrolment in the year of the course.

Vsebina:

Uvod (navidezno okolje, navidezna prisotnost, senzorna povratna informacija, interaktivnost, večpredstavna navidezna okolja), človeški faktor (vidne, zvočne, haptične in vestibularne zaznave, motorični sistem), ustvarjanje navideznega sveta, vizualna modalnost (grafično modeliranje, animacija, vizualno upodabljanje, tehnologije 3D grafičnih prikazovalnikov), zvočna modalnost navideznega okolja (akustika, prostorski zvok, zvočno upodabljanje), haptična modalnost navideznega okolja (kinestetični in taktilni haptični vmesniki, haptično upodabljanje), dinamika navideznega sveta (gibanje, deformacije, detekcija trka, modeliranje sveta), sledenje gibanja (merjenje položaja in gibanja uporabnika, merjenje sil interakcije, zaznavanje okolice), interakcija (manipulacija objektov, virtualna navigacija, interakcija z ostalimi uporabniki), sodelovanje in interakcija v večuporabniških navideznih okoljih, navidezna prisotnost (mentalna in fizična navidezna prisotnost, ustvarjanje pogojev za navidezno prisotnost, merjenje navidezne prisotnosti uporabnika), obogatena resničnost, sistemi navidezne resničnosti ("cave" okolja, platforme, vmesniki človek/stroj), virtualni prototipi, uporaba navidezne resničnosti v industrijskih aplikacijah, medicini in oblikovanju.

Content (Syllabus outline):

Introduction (virtual environment, presence, sensory feedback, interactivity, multimodal virtual environments), human factors (visual, acoustic, haptic and vestibular perceptions, motor system), creation of virtual environment, visual modality (graphical modeling, animation, visual rendering , 3D displays), auditory modality (acoustics, surround sound, audio rendering), haptic modality (kinesthetic and tactile haptic interfaces, haptic rendering), dynamics of virtual environment (motion, deformation, collision detection, virtual environment modeling), motion tracking (user's pose and motion tracking, measurement of interaction forces, environment sensing), interaction (manipulation of objects, virtual navigation, interaction with other users), cooperation and interaction in multi-user virtual environments, presence (mental and physical immersion and presence, creating conditions for presence, measuring presence), augmented reality, virtual reality systems ("cave" environment, platforms, man/machine interfaces), virtual prototypes, use of virtual reality in industrial and medical applications and design.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. M. Mihelj, D. Novak, S. Beguš, D. Fefer: Navidezna resničnost, Založba FE in FRI, 2014 (v izdajanju).

- | |
|--|
| 2. M. Mihelj, D. Novak, S. Beguš, Virtual Reality Technology and Applications, Springer, 2013. |
| 3. B. Furht, Handbook of Augmented Reality, Springer, 2011. |
| 4. W. Sherman, A. B. Craig: Understanding Virtual Reality, Morgan Kaufmann, 2003. |

Cilji in kompetence:

Predmet ciljno obravnava interakcijo med človekom in računalniško generiranim navideznim okoljem. Analizira fizične osnove, tehnološke izzive ter možnosti in omejitve pri gradnji večpredstavnih navideznih okolij. Poudarek je na konceptih potrebnih za razumevanje navideznih okolij in odzivov uporabnika na sintetično generirane vizualne, zvočne in haptične dražljaje. Praktična znanja pridobijo študenti v laboratoriju ob izvajanju interdisciplinarnih skupinskih projektov.

Objectives and competences:

The course addresses the interaction between a human and a computer-generated virtual environment. It analyzes physical background, technological challenges as well as opportunities and constraints related to the construction of multimodal virtual environments. The emphasis is on concepts necessary for understanding virtual environments and user's responses to synthetic visual, auditory and haptic stimuli. Students acquire practical knowledge in the laboratory while completing interdisciplinary research projects.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:

- razložiti človekovo zaznavanje vizualnih, zvočnih, taktilnih in kinestetičnih dražljajev,
- analizirati gibanja človeka z uporabo različnih merilnih sistemov,
- sintetizirati vizualne, zvočne in haptične dražljaje,
- izbrati ustrezne prikazovalnike za izvedbo vizualne, zvočne in haptične povratne informacije človeku,
- integrirati sintetizirane dražljaje v večpredstavna navidezna okolja, ki omogočajo uporabniku fizično in mentalno navidezno prisotnost,
- nadgraditi navidezno resničnost v obogateno resničnost,
- uporabiti računalniška orodja za namen izvedbe nalog navidezne oziroma obogatene resničnosti.

Intended learning outcomes:

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

- explain human perceptions of visual, acoustic, tactile and kinesthetic stimuli,
- analyze human movements based on different measurement systems,
- synthesize visual, acoustic and haptic stimuli,
- select appropriate displays for presenting visual, acoustic and haptic feedback to a person,
- integrate synthesized stimuli into multimodal virtual environments that allow user's physical and mental immersion,
- upgrade the virtual reality into augmented reality,
- use computer tools for implementation of virtual or augmented reality applications.

Metode poučevanja in učenja:

Študenti imajo na voljo knjigo z vsebino predmeta. Na predavanjih je poudarek na teoretičnih osnovah večpredstavnih navideznih okolij. Zaradi specifičnosti predmeta, se del predavanj izvaja s pomočjo multimedijskih predstavitev. Najnovejši dosežki s področja navideznih okolij so predstavljeni v "video predavanjih". Praktične vaje potekajo v laboratoriju, ki je opremljen z večjim številom haptičnih robotov, avdio sistemov za generiranje prostorskega zvoka in 3D grafičnimi zasloni. Študentje delajo v interdisciplinarnih projektnih skupinah, kjer se posamezen študent ukvarja z določeno modalnostjo navideznega okolja.

Learning and teaching methods:

Students have access to a book with the course content. In the lectures, the emphasis is on theoretical basics of multimodal virtual environments. Due to the specificity of the course, lectures are mostly conducted with the help of multimedia presentations. Latest developments in the field of virtual environments are presented in the form of "video lectures". Practical exercises are conducted in the laboratory, which is equipped with a number of different haptic robots, surround sound systems and 3D stereoscopic graphical displays. Students work in interdisciplinary project teams, where each student engages in a particular modality of virtual environment.

Načini ocenjevanja:

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

Delež/Weight Assessment:

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

od ene vaje. Študent zagovarja semestrski projekt. Pisni izpit obsega reševanje primerov; na podlagi pridobljenega znanja mora študent predlagati rešitev konkretnega problema (medicinski, industrijski, izobraževalni) z uporabo navidezne resničnosti. Študent opravlja tudi ustni izpit, kjer so vprašanja postavljena predvsem na osnovi odgovorov pisnega izpita. Ustni izpit lahko študent nadomesti z izvedbo samostojnega projekta.		practical course time slot. Students orally defend their semester project. Written exam is based on problem solving; based on the acquired knowledge student proposes a virtual reality solution for a specific problem (medical, industrial, educational). Oral exam is based primarily on the basis of answers in the written exam. Oral exam can be replaced by completing a voluntary semester project. Contributions to final grade: - laboratory exercises - written exam - oral examination
Prispevki k oceni: - laboratorijske vaje - pisni izpit - ustni izpit		
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	20,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. M. Mihelj, D. Novak, S. Beguš, Virtual Reality Technology and Applications, Springer, 2013.
2. M. Mihelj, J. Podobnik, Haptics for Virtual Reality and Teleoperation, Springer, 201
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, ISSN 1534-4320. [Print ed.], Aug. 2011, vol. 19, no. 4, str. 400-410.
5. KOENIG, Alexander, NOVAK, Domen, OMLIN, Ximena, PULFER, Michael, PERREAUULT, 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.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul A: Slikovna informatika
Course title:	Module A: Imaging Informatics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64135

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Boštjan Likar

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 study year.
----------------	------------------------------

Vsebina:

Človeški vid: struktura očesa, nastanek slike, prilagajanje svetlobi, prostoru in sceni, prostorska in svetlostna ločljivost, zaznavanje barv, optične prevare, interpretacija in razumevanje slik.
 Digitalne slike in videi: predstavitev in definicije, prostorsko in časovno vzorčenje ter kvantizacija vrednosti, vrste in načini pridobivanja slik, parametri kakovosti.
 Prikazovanje in manipulacija slik in videov: prikazovanje sivinskih, barvnih in večdimenzionalnih slik in videov s pomočjo prerezov in projekcij, upodabljanje površine in volumna, interpolacija in decimacija, sivinske in geometrijske preslikave, aritmetične operacije.
 Zgoščevanje slik in videov: osnove zgoščevanja, redundanca kodiranja, prostorska in časovna redundanca, nepomembna informacija, merjenje informacije in kakovosti, sistemi za zgoščevanje, formati in standardi za zgoščevanje.
 Obdelava, obnova in analiza: filtriranje in obnavljanje kakovosti, morfološka obdelava slik, obdelava barvnih slik, osnovni postopki za razgradnjo, kvantitativno vrednotenje in razumevanje slikovne vsebine.
 Uporaba slikovnih podatkov: na različnih področjih v vsakdanjem življenju, industriji in biomedicini za pridobivanje večdimenzionalnih informacij o prostoru, objektih in subjektih.

Content (Syllabus outline):

Human vision: eye structure, image formation, adaptation to light, space and scene, resolution, colour sensing, optical illusions, image interpretation and understanding.
 Digital images and videos: representations and definitions, space and time sampling, quantization, image acquisition technologies, quality parameters.
 Visualization and manipulation: visualization of greyscale, colour and multi-dimensional data via cross-sections and projections, surface and volume rendering, intensity and geometric transformations, arithmetic operations.
 Compression: compression fundamentals, coding, spatial and temporal redundancy, irrelevant information, measuring image information and quality, compression systems, formats and standards.
 Processing, restoration and analysis: filtering and quality improvement, morphological image processing, colour image processing, fundamentals of segmentation, quantitative analysis and image understanding.
 Applications: in general use, in industry and in biomedicine for the acquisition of multi-dimensional information about space, objects and subjects.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. R.C. Gonzalez, R.E. Woods, Digital Image Processing, Prentice Hall, 3rd edition, 2008.
2. B. Likar, Biomedicinska slikovna informatika in diagnostika, Založba FE in FRI, 1. izdaja, 2008.
3. Elektronsko gradivo – prosojnice predavanj in navodila za vaje: <http://lit.fe.uni-lj.si/SI>

Cilji in kompetence:

Spozнати lastnosti človeškega vida, načine pridobivanja digitalnih slikovnih podatkov ter postopke za njihovo prikazovanje, manipulacijo, zgoščevanje, obdelavo in uporabo v vsakdanjem življenju, industriji in biomedicini.

Objectives and competences:

The aim of the subject is to introduce basic properties of human vision and the technologies for digital image acquisition, visualization, manipulation, compression, processing, and for problem solving in general use, in industry and in biomedicine.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:

- definirati osnovne lastnosti človeškega vida
- razložiti postopke za prikazovanje digitalnih slikovnih podatkov
- obdelovati digitalne slike z osebnim računalnikom
- analizirati digitalne slike z osebnim računalnikom
- vrednotiti kakovost digitalnih slik
- opisati osnovne gradnike zgoščevalnikov slik
- pojasniti uporabno vrednost in informacijsko vsebino slik

Intended learning outcomes:

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

- define basic properties of human vision
- explain digital image visualization principles
- process digital images with personal computer
- analyse digital images with personal computer
- evaluate quality of digital images
- describe basic building blocks of image compression methods
- explain applicability and information content of images

Metode poučevanja in učenja:

Teoretične osnove, postopke in primere uporabe študentje spoznajo na predavanjih, praktična znanja pa pridobijo z reševanjem nalog na laboratorijskih vajah.

Learning and teaching methods:

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:
Laboratorijske vaje (pogoj za ustni izpit)	50,00 %	Lab works (condition for oral exam)
Teoretično znanje (ustni izpit)	50,00 %	Theoretical knowledge (oral exam)

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. Bulat Ibragimov, Boštjan Likar, Franjo Pernuš in Tomaž Vrtovec, Shape representation for efficient landmark-based segmentation in 3D, IEEE Transactions on Medical Imaging, 2014.
2. Jaka Katrašnik, Franjo Pernuš in Boštjan Likar, A method for characterizing illumination systems for hyperspectral imaging, Optics Express, 21(4):4841-4853, 2013.
3. Miha Možina, Dejan Tomaževič, Franjo Pernuš in Boštjan Likar, Automated visual inspection of imprint quality of pharmaceutical tablets, Machine Vision and Applications, 24(1):66-73, 2013.
4. Primož Markelj, Dejan Tomaževič, Boštjan Likar in Franjo Pernuš, A review of 3D/2D registration methods for image-guided interventions, Medical Image Analysis, 16(3):642-661, 2012.
5. Žiga Špiclin, Boštjan Likar in Franjo Pernuš, Groupwise registration of multi-modal images by an efficient joint entropy minimization scheme, IEEE Transactions on Image Processing, 21(5):2546-2558, 2012.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul B: Načrtovanje vgrajenih sistemov
Course title:	Module B: Designing Embedded Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64136

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Tadej Tuma

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:

Predmet se navezuje na »64137 Programiranje vgrajenih sistemov«

- 1) Mikrokrmlniška vodila: Načrtovanje naslovnih vodil, popolno, nepopolno, simetrično asimetrično, implicitno eksplicitno, statično in dinamično dekodiranje
- 2) Pomnilniki z zaporednim, direktnim, naključnim dostopom, delovanje cache pomnilnika.
- 3) Centralno procesna enota: delovanje, cevovodi, registri, sklad, prekinitve, strojni ukazi
- 4) Periferni vmesniki: Časovniki, serijska vodila, paralelna vodila, D/A pretvorniki, A/D pretvorniki, načrtovanje mrežnih povezav med vgrajenimi sistemi.
- 5) Strojne posebnosti za delo v realnem času in večopravilnem programiraju.

Content (Syllabus outline):

This course relies on course »64137 Programming Embedded Systems«

- 1) The microcontroller bus: address bus design, different decoding techniques.
- 2) Memory: direct, serial, random access. The function of cache memory.
- 3) Central processing unit: fundamentals, instruction pipelines, registers, stack, interrupts, assembly instructions.
- 4) Peripheral interfaces: timers, serial and parallel communication lines, D/A converters, A/D converters, data transfers.
- 5) Hardware specifics for multitasking real time performance.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. PUHAN, Janez, TUMA, Tadej. Uvod v mikrokrmlniške sisteme : zgradba in programiranje. 2. dopolnjena izd. Ljubljana: Založba FE in FRI, cop. 2011. III, 206 str.
2. Večje število PDF datotek s področja mikrokrmlniške družine Arduino Due. Ustrezne spletnne povezave na posodobljen seznam datotek se sproti objavlja na spletnih straneh predmeta.

Cilji in kompetence:

Razumeti načela vgrajenih mikrokrmlniških sistemov. Osvojiti postopke načrtovanje strojne opreme poljubnega vgrajenega sistema. Pridobiti praktične

Objectives and competences:

Understanding fundamentals of embedded microcontroller systems. Mastering procedures for hardware design of arbitrary embedded systems.

izkušnje na konkretnem primeru v okviru laboratorijskih vaj v povezavi s predmetov 64137.	Developing practical skills during project oriented laboratory work in combination with course 64137.
---	---

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> načrtovati ustrezeno dekodirno vezje za poljubno naslovno shemo prepoznati računalniše arhitekture, ki so primerne za realnočasne probleme prepoznati strojne izvore nedeterminističnih programskega pojavitve načrtovati analogno digitalne pretvornike, ki so primerni za realnočasne probleme pravilno uporabiti »watchdog« časovnike pravilno načrtovati realnočasne komunikacijske vmesnike 	<p>Upon successful completion of this course, the students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> design a respective decoding circuit for any given address map identify suitable computer architectures for specific real time problems identify potential hardware sources of indeterministic program behaviour design real time analogue to digital conversion structures implement watchdog timers <p>implement real time communication interfaces</p>

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 ustremu 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:	Modul B: Programiranje vgrajenih sistemov
Course title:	Module B: Programming Embedded Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64137
---	-------

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

Nosilec predmeta/Lecturer:	Tadej Tuma
----------------------------	------------

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:

Predmet se navezuje na »64136 Načrtovanje vgrajenih sistemov« 1) Osnovni pojmi in problemi: Večopravilnost, izvajanje programa v realnem času, problem hkratnega dostopa do skupnih enot, problem usklajene komunikacije. 2) Načelo časovnega rezinjenja in posledice: Oblikovanje časovnih rezin, ocena zmogljivosti, praktična izvedba na nivoju zbirnika oziroma na nivoju programskega jezika C, večskladovne podatovne strukture, prekinitve, izračun odzivnega časa sistema. 3) Sinhronizacija in arbitraža: Cevovodne podatkovne strukture, medpomnilniki, semaforji, programski atomi.	This course relies on course »64136 Designing Embedded Systems« 1) Basic paradigm: Multitasking, real time execution, multiple access to resources, inter task communication. 2) The time slicing principle and consequences: time slicing, schedulability analysis, implementation on assembly language and C language level, multiple stack data structures, interrupts, response time analysis. 3) Synchronization and arbitration: pipeline structures, buffering data, semaphores, program atoms.
---	---

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. PUHAN, Janez, TUMA, Tadej. Uvod v mikrokrmlniške sisteme : zgradba in programiranje. 2. dopolnjena izd. Ljubljana: Založba FE in FRI, cop. 2011. III, 206 str. 2. Veče število PDF datotek s področja mikrokrmlniške družine Arduino Due. Ustrezne spletnne povezave na posodobljen seznam datotek se sproti objavlja na spletnih straneh predmeta.

Cilji in kompetence:

Razumeti problematiko programiranja vgrajenih sistemov: zahteve po sočasnem izvajaju večih opravil in hkrati zahteve po izvajanju v realnem času. Osvojiti osnovne tehnike programiranja časovnih rezin in reševati tipične sinhronizacijske probleme. Pridobiti praktične izkušnje pri delu v laboratoriju na lastni strojni	Objectives and competences: Understanding the specifics of programming embedded systems: demands of concurrent execution of several tasks in real time. Fundamental time slicing techniques of programming and solving of typical synchronization problems. Developing practical skills during project
---	---

opremi, ki je bila izdelana v okviru vezanega predmeta 64136.	oriented laboratory work in combination with course 64136.
---	--

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> izračunati najdaljši čas izvajanja za napisano funkcijo v jeziku C izračunati maksimalne potrebe po skladu za poljubno programsko C kodo izbrati primerno upravljalско shemo za kopico izračunati razvrstljivost za poljuben podan problem prioritetnega razvrščanja ugotoviti potencialno mrtvo ali neskončno pad situacijo uporabiti sinhronizacijske primitive in semaforje 	<p>Upon successful completion of this course, the students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> calculate the worst case execution time of any written C function calculate the maximal stack requirements for any C program code select a suitable heap management scheme for a given real time problem calculate the schedulability of any given priority based scheduling problem Detect a potential dead lock or life lock situation Employ synchronization primitives and semaphores

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, vodena diskusija, laboratorijsko skupinsko delo, samostojno seminarško 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:	Modul C: Nizkonapetostne elektroenergetske inštalacije
Course title:	Module C: Low-Voltage Electrical Installations

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64138

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Grega Bizjak

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:

Električne inštalacije in zakonodaja: osnovni pojmi, vrste električnih inštalacij, inštalacijskih tokokrogov in sistemov, označevanje vodnikov, tehniška zakonodaja, predpisi in standardi, način pripravljanja tehniške zakonodaje, veljavni predpisi in standardi s področja NN električnih inštalacij.
 Elementi električnih inštalacij: vodniki in kabli, označevanje, izbira in polaganje vodnikov, razvodnice, inštalacijske cevi, vtično spojne naprave, inštalacijska stikala, izvedba inštalacij.
 Dimenzioniranje vodnikov: obremenitve električne inštalacije, termično, električno in mehansko dimenzioniranje vodnikov, dimenzioniranje glede na gospodarnost, nadtokovna zaščita vodnikov.
 Varovanje električne inštalacije: obremenitve električne inštalacije, zaščitne naprave in njihov izbor, selektivnost varovanja, priklopi porabnikov.
 Prenapetostna zaščita: napetostne obremenitve, atmosferske razelektritve, zaščita pred udarom strele, notranja prenapetostna zaščita, prenapetostni zaščitni elementi.
 Nevarnost električnega toka: delovanje električnega toka na človeško telo, upornost človeškega telesa, napetost dotika, električni udar.
 Zaščita pred električnim udarom: vrste dotika, zaščita pred neposrednim in pri posrednem dotiku, dodatna zaščita, naprave na diferenčni tok, zaščitni ukrepi v skladu s standardi, zaščita električnih naprav.

Content (Syllabus outline):

Electrical installations and legislation: basic concepts, types of electrical installations, electrical circuits and systems, marking of conductors, technical legislation, standards and regulative documents, methods of preparing technical legislation, codes and standards in the field of LV electrical installations.
 Elements of electrical installation: cables and wires, marking, selection and installation of cables, installation pipes, sockets and plugs, installation switches, laying of installations.
 Dimensioning of conductors: currents and voltages in installations, thermal, electrical and mechanical dimensioning of conductors, dimensioning in terms of costs, over-current protection of conductors.
 Protection of electrical installations: currents in electrical installations, protection devices and their selection, selective protection, connection of loads.
 Overvoltage protection: voltages in installation, lightning and lightning protection, internal overvoltage protection, elements for overvoltage protection.
 Risk of electric current: influence of electric current on the human body, resistance of the human body, touch and step voltage, electric shock.
 Protection against electric shock: direct and indirect contact with live parts, protection against direct and indirect contact, additional protection and residual current device, safeguard measures in accordance with the standards, protection of electrical equipment.

<p>Inteligentne električne inštalacije: zakaj intelligentne inštalacije, EIB/KNX inštalacije, komponente in programiranje, načrtovanje inteligentnih inštalacij. Projektiranje notranje razsvetljave: lastnosti dobre razsvetljave, namen notranje razsvetljave, svetlobotehnične smernice in standardi, koncept razsvetljave, razsvetljavni sistemi, postopek projektiranja.</p> <p>Varnostna razsvetljava: nadometna in varnostna razsvetljava, razsvetljava poti rešitve, protipanična razsvetljava, razsvetljava posebno ogroženih delovnih mest, znaki rešitve, svetilke za varnostno razsvetljavo, viri napetosti, sistemi varnostne razsvetljave, kontrola varnostne razsvetljave.</p> <p>Projektiranje električnih inštalacij: osnove graditve objektov, potez izdelave projekta, določitev težišč porabe in mest razdelilcev, število tokokrogov in njihova obremenitev, načrt razdelilca, simboli v načrtih inštalacij.</p> <p>Meritve električne inštalacije: pregled in preizkus električne inštalacije, meritve neprekinjenosti vodnikov, izolacijske upornosti, impedance okvarne in kratkostične zanke ter ozemljitvene upornosti.</p> <p>Električna oprema v eksplozionsko ogroženih prostorih: fizikalni principi eksplozije, zakonodaja na področju Ex zaščite, tehnični principi in izvedba eksplozionsko varne opreme.</p>	<p>Intelligent electrical installations: why intelligent installations, EIB/KNX installations, components and their programming, design of intelligent installations. Interior lighting design: characteristics of good lighting, purpose of interior lighting, guidelines and standards for lighting, concept of lighting, lighting systems, design of lighting installations.</p> <p>Safety lighting: standby and safety lighting, escape route safety lighting, anti-panic lighting, safety lighting where risk of accident is present, safety signs, luminaires for safety lighting, voltage sources, systems for safety lighting, safety lighting control and testing.</p> <p>Design of electrical installations: basics of building construction, course of project work, centre of gravity of electrical load and placement of distributors, number of circuits and their load, symbols in installation plans.</p>
--	---

Temeljna literatura in viri/Readings:

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. 1. izd. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2013
2. RAVNIKAR, Ivan. Električne inštalacije: električne inštalacije zgradb skladno z družino standardov SIST HD 60364. Ljubljana: Agencija Poti, 2010
3. BASTIAN, Peter et al. Elektrotehniški priročnik. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2013
4. KASIKCI, Ismail. Projektierung von Niederspannungsanlagen. München/Heidelberg: Hüthig & Pflaum Verlag, 2010
5. MÜLLER, Dieter, WINKLER, Wolfgang. Eletroinstalationen planen und kalkulieren, Frankfurt/M: Vogel Buchverlag, 2006
6. CADICK, John e tal. Electrical Safety Handbook. New York: McGraw-Hill, 2005

Cilji in kompetence:

Študent bo poznal zakonitosti tehniške zakonodaje in standardizacije ter veljavne normativne akte s področja električnih inštalacij; zavedal se bo nevarnosti električnega toka in poznal bo načine zaščite pred el. udarom; poznal bo stanje tehnike na področju el. inštalacij; poznal bo metode in znal bo uporabljati orodja za projektiranje električnih inštalacij; sposoben bo izvesti meritve varnosti el. inštalacij.

Objectives and competences:

Student will know the legality of technical regulations and standardization as well as normative acts in force in the area of electrical installations. He/she will be aware of the dangers of electricity and will know the principles of protection against electric shock. Student will also know the state of the art in electrical installations; the methods for planning of electrical installations and how to use appropriate tools in the planning process. He/she will be able to perform measurements of electrical installations.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti sposobni:
 - našteti elemente in sestavne dele električne inštalacije;

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course, students should be able to:
 - list the elements and components of electrical installations;

<ul style="list-style-type: none"> - izdelati projekt električne inštalacije; - načrtovati inteligentno električno inštalacijo; - izvesti električno inštalacijo; - sestaviti program za delovanje intelligentne inštalacije ter - potrditi pravilnost delovanja izvedene inštalacije s pregledom in meritvami. 	<ul style="list-style-type: none"> - elaborate a project of electrical installation; - plan an intelligent electrical installation; - carry out installation work and - program intelligent installation for operation and - verify the correctness of carried out installation and its operation with inspection and measurements.
--	--

Metode poučevanja in učenja: Predavanja, laboratorijske vaje.	Learning and teaching methods: 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	33,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	34,00 %	written exam
ustni izpit	33,00 %	oral examination

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. 1. 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:	Modul C: Programirljivi krmilni sistemi
Course title:	Module C: Programmable Control Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64139

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

Nosilec predmeta/Lecturer: David Nedeljković

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:

Formalni pogoj: vpis v 3. letnik študija; sicer so potrebna predznanja, pridobljena pri predmetih iz programiranja mikrokrmilnikov in digitalnih struktur. Za pristop k izpitu mora kandidat imeti uspešno opravljene laboratorijske vaje in izdelano poročilo z leteh. Laboratorijske vaje morajo potekati v skupinah z manjšim številom študentov zaradi povišane nevarnosti (visoka napetost, vrteči se deli).	Formal condition: enrolment in the study year. Prior knowledge on programming fundamentals and digital systems fundamentals is required. The candidate can take the exam after accomplished laboratory work and written report on his/her laboratory work. Laboratory work must be carried out in groups with a small number of students due to the increased danger (high voltage and rotating parts).
---	---

Vsebina:

Kratka zgodovina krmilij in predstavitev področij, kjer srečamo značilne krmilne naloge (industrija, energetika, promet...). Pregled najpomembnejših logičnih funkcij kot gradnikov krmilij: binarne, pomnilne, časovne in števne. Uporaba senzorjev in aktuatorjev: diskretnih, analognih; poudarek na tistih, ki jih najpogosteje srečamo v močnostni elektrotehniki.	Content (Syllabus outline): A brief history of control systems. Areas of programmable logic control application (industry, energetics, traffic...) Fundamental and other logical functions: binary, memory, timer, counter. Application of digital and analog sensors and actuators. Flowchart and types of control: combination control, step control. Safety measures.
Osnutek, projekt in razvoj krmilja na preprostejših zgledih. Ponazoritev krmilja s funkcionskim načrtom. Kombinacijska in koračna krmilja. Upoštevanje varnostnih zahtev.	Concepts and structures of PLCs. Input and output signals, addressing, data types.
Zasnova programirljivih krmilnikov, njihova zgradba in različne izvedbe strojne opreme. Vhodni in izhodni signali na krmilniku. Naslavljanje, podatkovni tipi.	Methods of user control software development: statement list (STL), ladder diagram (LAD), function block diagram (FBD). Most important instructions and functions.
Princip obdelovanja uporabniškega krmilnega programa na krmilniku.	Software development tools for user control program development and user interface design. Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) systems.
Načini pisanja uporabniškega krmilnega programa: ukazi, lestvični diagram, funkcionalni načrt. Podrobna seznanitev z najpomembnejšimi ukazi in funkcijami.	Communication among PLCs and other intelligent peripherals.

Orodja za razvoj krmilnega programa in uporabniškega vmesnika. Sistemi SCADA.
Komunikacija med več krmilniki ter med krmilnikom in inteligentnimi perifernimi enotami.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Vanja Ambrožič, David Nedeljković: Uvod v programirljive krmilne sisteme, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 201
2. Hans Berger: Automating with SIMATIC : controllers, software, programming, data communication, operator control and process monitoring, Publicis Publishing, Erlangen, 2009.
3. Heinrich Lepers: SPS-Programmierung nach IEC 61131- Mit Beispielen für CoDeSys und Step 7, Franzis PC und Elektronik, 2007.
4. Vanja Ambrožič: Mikrorračunalniki v močnostni elektroniki, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 2001.
5. Hans Berger: Automating with STEP7 in STL and SCL, Publicis MCD Verlag, Erlangen, 2000.

Cilji in kompetence:

Študent bo spoznal najpomembnejše gradnike krmilnih sistemov in njihove lastnosti. Za reševanje krmilnih nalog se bo naučil uporabljati sodobne programirljive krmilnike, za katere bo s pripadajočimi razvojnimi orodji izdelal krmilno programsko opremo in uporabniški vmesnik. S sistematičnim pristopom bo preprečil nastanek zastojev v krmiljenem procesu in vestno poskrbel za izpolnitev vseh varnostnih zahtev. Zavedal se bo nujnosti dobrega dokumentiranja, jasnega postavljanja zahtev in učinkovite komunikacije med sodelavci na projektu.

Objectives and competences:

The student will learn about programmable control system components and their features. He will accomplish knowledge to solve control problems by using programmable logic controllers (PLCs), where proper hardware selection/configuration, control software development and user interface are needed. With systematic approach he will reduce occurrence of deadlocks in controlled process and carefully address all safety issues. As well, student will become aware of necessity of clear requirements, perfect documentation and efficient communication among the project team.

Predvideni študijski rezultati:

Znanje in razumevanje:

Študent se bo seznanil z gradniki krmilnih sistemov, razumel bo koncept programirljivih krmilnikov in njihove zmogljivosti, spoznal pa bo tudi različne načine razvoja krmilne programske opreme (nabor ukazov, lestvični diagram, funkcionalni načrt).

Uporaba:

Pri avtomatizaciji tehnološkega procesa bo študent izbral ustrezno strojno opremo (programirljivi krmilnik s pripadajočimi moduli, senzorji in aktuatorji), glede na zahteve procesa z ustreznim razvojnim orodjem napisal pripadajoči krmilni program in izdelal uporabniški vmesnik za posluževanje procesa.

Refleksija:

Pri snovanju krmilnega sistema bo študent celovito in enoumno definiral zahteve v procesu, s čimer se proces izogne nepredvidenim zastojem zaradi pomanjkljivega krmilja. Odgovorno in z vso zavzetostjo bo na prvo mesto postavil zahteve glede varnosti.

Prenosljive spretnosti:

Študent se bo pri izvajanjju laboratorijskih vaj navajal na sistematični pristop, ustrezno dokumentiranje idej in rešitev ter učinkovito komunikacijo z naročnikom (tehnologom), sodelavci in podizvajalcji. Znanja, pridobljena pri tem predmetu, bo študent lahko nadgradil in uporabil za realizacijo najzahtevnejših krmilnih sistemov.

Intended learning outcomes:

Knowledge and understanding:

The student will be acquainted with the elements of control systems. He/she will understand the concept of programmable logic controllers and their capabilities, as well as a variety of ways to develop control software (statement list, ladder diagram, function block diagram).

Application:

The student will choose the proper hardware (programmable controller with associated modules, sensors and actuators) for the automation of a technological process. According to the process requirements, he/she will write the corresponding control program using the appropriate development tools. To provide an efficient operation and supervision of the process, he/she will develop a suitable user interface (HMI).

Reflection:

In designing the control system, the student will carefully and unambiguously define the process requirements, thus avoiding some unforeseen delays due to deficient control. He/she will responsibly and with full commitment consider the safety requirements.

Transferable skills:

Through laboratory work, the student will accustom a systematic approach, appropriate documentation of ideas and solutions and effective communication with the client (technologists), co-workers and

	subcontractors. The student will be able to upgrade the knowledge, obtained within this course, for the realization of the most demanding control systems.
--	--

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja (30 ur) in laboratorijske vaje (30 ur); opcija: projektno delo na nalogah, ki potekajo v Laboratoriju za regulacijsko tehniko in močnostno elektroniko.	Lectures (30 hours) and laboratory work (30 hours); optional: project work on R&D activities within the Laboratory of Control Engineering and Power Electronics. For foreign students: consultations in English and project work.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Za pristop k izpitu mora kandidat imeti uspešno opravljene laboratorijske vaje in izdelano poročilo z le-teh. 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 čemer se upošteva tudi poročilo z laboratorijskih vaj. Kandidatom, ki se vključijo v projektno delo in nalogo uspešno zaključijo, ni treba opravljati pisnega in ustnega izpita, temveč se jim ocena poda na podlagi njihovega angažiranja na projektu in pri tem osvojenih znanj. Ocenjevalna lestvica: opravil (od 6 do 10), ni opravil (5).		The candidate can take the exam after accomplished laboratory work and written report on his/her laboratory work. Written and oral exam. The candidate who passes the written exam with at least 50% of possible points can take the oral examination. The final assessment is based on the result of written examination and oral examination, taking into account the candidate's written report on the laboratory work. The grade for the candidates involved in the project work that successfully accomplish their task can be formed on the basis of student's knowledge acquired during his/her engagement within the project. Grading scale: pass (from 6 to 10), fail (5).
pisni izpit	50,00 %	Written exam
ustni izpit	50,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:
1. 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.
2. SLADIĆ, Saša, SKOK, Srđan, NEDELJKOVIĆ, David. Efficiency considerations and application limits of single-phase active power filter with converters for photoenergy applications. International journal of photoenergy, ISSN 1110-662X, 2011, vol. 2011, str. 1-8.
3. AMBROŽIČ, Vanja, NEDELJKOVIĆ, David. Uvod v programirljive krmilne sisteme. 2. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2011.
4. 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.
5. NEDELJKOVIĆ, David, NASTRAN, Janez, VONČINA, Danijel, AMBROŽIČ, Vanja. Synchronization of active power filter current reference to the network. IEEE transactions on industrial electronics, ISSN 0278-0046. [Print ed.], 1999, vol. 46, no. 2, str. 333-339.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul D: Multimedijiški sistemi
Course title:	Module D: Multimedia Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64141

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Janez Bešter, 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:

Vpis v letnik študija. Poznavanje vsebin predmeta: Komunikacijski sistemi.	Enrolment in the class. Acquaintance with content of following courses: Communication systems
--	---

Vsebina:

- Osnove multimedije ter značilnosti multimedijiških elementov (tekst, slika, animacije, zvok, video).
- Tehnološke osnove multimedije:
 - o Lastnosti analogne ter digitalne oblike multimedijiških elementov ter razlogi za digitalizacijo.
 - o Kompresija in najznačilnejši formati zapisa multimedijiških elementov.
 - o Prenos multimedijiških vsebin (strujanje, mehanizmi in protokoli za prenos vsebin)
- Osnovne multimedijiške storitve (IPTV storitve, mobilne video storitve, spletnne video storitve).
- Arhitektura in značilnosti operatorskih multimedijiških sistemov: IPTV, radiodifuzni prenos TV in radia (DAB, DVB-x). Zagotavljanje kvalitete storitev (QoS/QoE).
- Arhitekture in značilnosti ne-operatorskih multimedijiških sistemov: spletni TV, video portali, mobilne aplikacije,...
- Značilnosti terminalne opreme za uporabo multimedijiških storitev (TV komunikator, mobilni terminal, osebni računalnik, tablični računalnik).
- Pomen in lastnosti uporabniških vmesnikov v multimediji (strojni uporabniški vmesniki, programski uporabniški vmesniki). Načrtovanje interaktivnosti. Sistemi za zaščito multimedijiških vsebin in njihova integracija (sistemi pogojnega dostopa, sistemi DRM).

Content (Syllabus outline):

- Basics of multimedia and properties of multimedia elements (text, image, animation, audio, video).
- Technology basics of multimedia:
 - o Properties of analogue and digital forms of multimedia elements, and the reasons for digitalization.
 - o Compression and most relevant multimedia formats.
 - o Transmition of multimedia content (streaming, content transmition mechanisms and protocols)
- Basic multimedia services (IPTV services, mobile services , online services).
- Architecture and features of operator based multimedia systems: IPTV, broadcasting TV and radio (DAB , DVB- T). QoS and QoE aspects.
- Architecture and features of over-the- top multimedia systems: Web TV, video portals. Mobile applications
- Characteristics of terminal equipment used in multimedia systems (TV, mobile terminal, PC, Tablet PC) .
- The importance and characteristics of user interfaces in multimedia (hardware user interfaces, software user interfaces). Interaction design.
- Multimedia content protection systems and their integration (conditional access systems, DRM systems).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Simpson w., Greenfield H., IPTV and internet video: expanding the reach of television broadcasting, Focal Press, 2012
2. Steinmetz R., Nahrstedt K., Multimedia Systems, Springer, (2014 edition)
3. Vaughan T., Multimedia: Making it work, McGraw -Hill Osborne media, 2010
4. Benoit H., Digital television: satelite, cable, terestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB framework, Focal Press, 2008
5. Izbrani članki, objavljeni v revijah, npr. / Selected articles published in magazines, i.e IEEE Multimedia, IEEE Spectrum

Cilji in kompetence:

Cilj predmeta je študentom približati in razjasniti področje multimedije, ki je zelo tesno povezano z razvojem na elektrotehniškem področju. Predmet obravnava arhitekturo sodobnih RTV in multimedijskih sistemov, ki so podlaga za tehnično izvedbo multimedijskih storitev. Skozi obravnavo lastnosti multimedijskih elementov kot so slike, zvok in video študent spozna njihove lastnosti in specifice, ki so pomembne za postopke produkcije, priprave ter prenosa multimedijskih vsebin do končnih uporabnikov. Predmet vključuje razlago in analizo specifik različnih načinov delovanja digitalnih avdio-vizualnih platform kot so radiodifuzija, IPTV ali »over-the-top« način prenosa, ter skozi le-te študentom podaja razumevanje skupnih in specifičnih gradnikov, zagotavljanje kvalitete storitev ter razumevanje specifik terminalne opreme in uporabniških vmesnikov.

Objectives and competences:

The goal of this course is to bring students closer to understanding of the multimedia domain, which is very closely related to developments in the field of electrical engineering. The course deals with the architecture of modern radio/TV and multimedia systems, which are the basis for the technical implementations of multimedia services. Through analysis of multimedia element properties such as images, sound and video the students learn about their characteristics and specifics that are important for the processes of production, preparation and transfer of multimedia content to end users. The subject involves explaining and analyzing the specifics of different ways of operating digital audio-visual platforms such as broadcasting, IPTV or over-the-top transmission, and through these provides the understanding of common and specific building blocks, the assurance of service quality and the understanding of terminal equipment and user interface specifics.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- Opisati lastnosti in specifice posameznih multimedijskih gradnikov
- Izračunati potrebne pasovne širine za prenos AV signalov v standardni, visoki in ultra visoki ločljivosti
- Izbrati najprimernejšo obliko izvedbe multimedijiske storitve in način interakcije za različne terminalne naprave
- Izdelati preprosto arhitekturo multimedijskega sistema z elementi na strežniški in odjemalski strani
- Oceniti primernost uporabniškega vmesnika in načinov interakcij

Intended learning outcomes:

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

- Describe the properties and specifics of individual multimedia building blocks
- Calculate the required bandwidth for transmitting AV signals in standard, high and ultra high resolution
- Select the most appropriate form of implementation of the multimedia service and the mode of interaction for different terminal devices
- Create a simple multimedia system architecture with elements on the server and client side
- Assess the suitability of the user interface and the modes of interaction

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, na katerih se študent seznaní s teoretičnimi osnovami, ter laboratorijske vaje, kjer probleme spozna tudi praktično in jih v timu rešuje skozi projektno delo. Eizobraževanje. Ogledi in vabljeni predavatelji.

Learning and teaching methods:

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:

Način: pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna ocena laboratorijskih vaj je

Delež/Weight**Assessment:**

Type: written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive evaluation of laboratory exercises is a

pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		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. STOJMENOVA DUH, Emilija, GUNA, Jože, POGAČNIK, Matevž, SODNIK, Jaka. Applications of paper and interactive prototypes in designing telecare services for older adults. Journal of medical systems, ISSN 0148-5598, Apr. 2016, vol. 40, no. 4, str. 1-7.
2. POGAČNIK, Matevž, GUNA, Jože, BEŠTER, Janez. A game-based mobile-learning platform - description and evaluation. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2010, letn. 77, št. 5, str. 281-286.
3. STOJMENOVA, Emilija, GUNA, Jože, DINEVSKI, Dejan, POGAČNIK, Matevž. A case study from Iskratel : improving the user experience in a telecommunications company. E-society journal, ISSN 2217-3269, 2012, vol. 3, no. 2, str. 77-84.
4. GUNA, Jože, KOVAČ, Rok, STOJMENOVA, Emilija, POGAČNIK, Matevž. MedReminder - an interactive multimedia medical application for the IPTV environment. V: HOLZINGER, Andreas (ur.), SIMONIC, Klaus-Martin (ur.). Information quality in e-health : proceedings, (Lecture notes in computer science, ISSN 0302-9743, 7058). Berlin; Heidelberg: Springer, cop. 2011, str. 635-644.
5. M. Pogačnik, J. Bešter in drugi: Priprava novega Interdisciplinarnega univerzitetnega prvostopenjskega študijskega programa Multimedija, na Fakulteti za elektrotehniko in Fakulteti za računalništvo in informatiko, prvo izvajanje programa v 2014/2015.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul D: Svetovni splet
Course title:	Module D: World Wide Web

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64140

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

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:

- Zgodovina in razvoj interneta in spleta
- Osnovni princip komunikacije odjemalec-strežnik (internetni protokoli, HTTP)
- Osnove administracije strežnikov (namestitev, upravljanje, varnostni mehanizmi)
- Varnostni mehanizmi v spletu (avtentikacija, certifikati, protokol HTTPS)
- Tehnologije na strežniški strani (PHP, ASP, CGI, dostop do podatkovnih baz, javanski servleti)
- Tehnologije na strani odjemalca (spletni brskalnik, HTML, CSS, skriptni jeziki, DOM, AJAX, ogrodja in programske knjižnice)
- Spletne storitve in tehnologije za semantično izmenjavo podatkov (XML, XSLT, JSON, SOAP, WSDL)
- Delovanje spletnih blog-ov, forum-ov, wikipedij, družbenih omrežij, tehnologije RSS
- Mobilni splet (WAP, WML, odzivni splet).
- Varnost na spletu in spletni napadi (napadi na strežnik, napadi na odjemalca, socialni inženiring)

Content (Syllabus outline):

- History and development of Internet and Web
- The basic principle of client-server communication (internet protocols, HTTP)
- Basics of administration of web servers (installation, management, security mechanisms)
- Security mechanisms on the Web (authentication, certificates, HTTPS protocol)
- Server side technologies (PHP, ASP, CGI, access to databases, java servlets)
- Client side technologies (web browser, HTML, CSS, scripting languages, DOM, AJAX, frameworks and programming libraries)
- Web services and technologies for semantic data exchange (XML, XSLT, JSON, SOAP, WSDL)
- Basics of web blogs, forums, Wikipedia, social networks, RSS technology)
- Mobile web (WAP, WML, responsive web design)
- Safety on the Web and web attacks (server attacks, client attacks, social engineering)

Temeljna literatura in viri/Readings:

- Jackson, Jeffrey, C. »Web technologies: a computer science perspective«, 2006, 574 str., ISBN: 0-13-185603-0.
- Deitel, P. J., Deitel H. M., »Internet & World Wide Web: how to program (Fourth Edition)«, 2008, 1373 str., ISBN: 0-13-175242-1.
- W3Schools Online Web Tutorials, <http://www.w3schools.com/>.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
<p>Spoznavanje osnovnih principov spletnih tehnologij, tako na strežniški strani, kot tudi na strani odjemalcev. Učenje spletnih jezikov, potrebnih za predstavitev in prikazovanje vsebin, ter spoznavanje programskih tehnologij, ki omogočajo dinamično ustvarjanje vsebin. Spoznavanje osnovnih principov opisovanja in iskanja spletnih vsebin ter storitev. Spoznavanje formatov spletnih (večpredstavnih) vsebin in iz njih izhajajočih tehničnih zahtev za prenos vsebin ter izvedbo spletnih storitev. Prilagajanje vsebin stacionarnim in mobilnim terminalom. Poznavanje spletne varnosti in različnih tipov napadov na splet.</p>	<p>Basic principles of web technologies, server side and client side. Web languages for the definition and presentation of content and programming languages for the dynamic creation of web content. Basic principles of the description and search of web content and services. Different formats of online (multimedia) content and the corresponding technical requirements for the transfer of content and execution of web services. Adaptation of web content for desktop and mobile terminals. Knowledge of web safety and various types of web attacks.</p>

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisati osnovne lastnosti spletnih protokolov, • opisati mehanizem delovanja strežnikodjemalec, • uporabiti razpoložljiva orodja in ogrodja za razvoj in urejanje spletnih vsebin, • razviti preprosto programsko rešitev, ki vključuje programsko kodo na strežniški in odjemalski strani, • opisati različne vrste škodljive programske kode in kibernetskih napadov ter načinov zaščite pred njimi, • opisati postopke načrtovanja in preverjanja uporabniške izkušnje na spletu. 	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • describe basic properties of web protocols, • describe server/client mechanisms, • use available tools and frameworks for development and modification of web content, • develop a simple web solution which includes server side and client side programming code, • describe types of malware and cyberattacks as well as protection against them, • describe user experience design and evaluation.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
<p>Predavanja s praktičnimi demonstracijami, laboratorijske vaje in izdelava samostojnega projekta pod mentorstvom asistenta.</p>	<p>Lectures with practical demonstrations, lab work and the implementation of individual project under the mentorship of laboratory assistant.</p>

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
<p>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</p>		<p>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</p>
laboratorijske vaje in projekt	50,00 %	laboratory exercises and project
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:
1. SODNIK, Jaka, KOS, Andrej. Mobilni splet. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2012, letn. 79, št. 5, str. 225-230.
2. JAKUS, Grega, JEKOVEC, Matija, TOMAŽIČ, Sašo, SODNIK, Jaka. New technologies for web development. Elektrotehniški vestnik, ISSN 0013-585 [Slovenska tiskana izd.], 2010, letn. 77, št. 5, str. 273-280.
3. SODNIK, Jaka. Towards mobile web. V: 2nd International Conference on Information Society Technology and Management, Kopaonik, 29. 2. - 3. 2012. KONJOVIĆ, Zora (ur.). ICIST 2012. Belgrade: Association for Information Systems and Computer Networks, 2012, str. 218-222.
4. JAKUS, Grega, SODNIK, Jaka, TOMAŽIČ, Sašo. The design of E-speranto - a computer language for recording multilingual texts on the web. Journal of web engineering, ISSN 1540-9589, Jun. 2012, vol. 11, no. 4, str. 317-336.

5. 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.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modul E: Projektno vodenje, inovativnost in timsko delo
Course title:	Module E: Project management, innovation and teamwork

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64142

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

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.	Enrolment in the year of the course.
----------------	--------------------------------------

Vsebina:

Osnove projektnega vodenja, cilj, faze, temeljni in specifični cilji projekta, trajanje, časovna razporeditev projekta, viri potrebeni za izvedbo projekta, podatkovna baza projekta, planiranje, sledenje, predikcija, odločanje in ocenjevanje razvojno-raziskovalnih projektov, uporaba programa Super Project in/ali Microsoft Project.
Vrste teamov, značilnosti teamskega dela, vloga članov teama, tehnike in orodja za vzpostavitev teamskega dela.
Prepoznavanje in definiranje problema, iskanje možnih rešitev, izbira najboljše rešitve problema in implementacija rešitve. Ciklus reševanja problemov - simplex. Tehnike reševanja problemov: analiza problema (SWOT analiza, diagram ribja kost, ipd.); tehnike kreiranja idej za rešitve (možganska nevihta, zapisovanje idej, ipd.); tehnike izbora idej (odločitveno drevo, primerjanje po parih, ipd.).
Sistemski pristopi pri obvladovanju inovativne organizacije (analiza stanja, določanje ciljev inoviranja, izgradnja organizacijske kulture inoviranja, sistemi spodbujanja in nagrajevanja, management inovativnosti in raziskovalnega dela). Intelektualna lastnina (industrijska lastnina - patenti in modeli ter avtorske pravice; postopki za prijavo in podelitev pravic). Svetovni splet in evropsko podporno okolje pri inoviraju in razvojno-raziskovalnem delu.

Content (Syllabus outline):

Basics of project management, project objectives and phases, duration, time management, resource management, project database, planning, follow up, prediction, decision management and evaluation of research and development projects, use of Super Project and/or Microsoft Project.
Types of teams, the characteristics of teamwork, team member roles, techniques and tools to establish teamwork.
Recognizing and defining the problem, finding possible solutions, selecting the best solution of solutions and its implementation. Simplex - problem solving method.
Techniques of problem solving (SWOT analysis, fish bone diagram, etc.); techniques for generating ideas (brainstorming, brain writing, etc.) Idea evaluation techniques (decision tree, pair comparisons, etc.).
System approach to innovation management (state analysis, innovation goal determination, establishing of innovation culture, systems of motivation and awarding, management of innovation). Intellectual property (industrial ownership – patents, models and copyrights; procedures for patent application and granting patents). World wide web and European supporting environment for innovation, research and development.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Bajec M, Kern T, et al. Vodnik po znanju projektnega managementa, Moderna organizacija, Kranj 2007.
2. Cikajlo I., Gider F., Tehnike reševanja problemov, Založba Univerze v Novi Gorici 2010.
3. Likar B., Križaj D, Fatur P. Management inoviranja. izdaja. Koper: Fakulteta za management, 2006.
4. Stare A, Projektni management: Teorija in praksa, Agencija s poti, Ljubljana 2011.
5. Lessard B., Lessard J., Project Management for Engineering Design, Morgan&Clypool, 2007.
6. Marmel E., Microsoft Office Project 2007 Bible, Wiley 2007.
7. Heldman K., PMP Project Management Profesional Exam Study Guide, Forth Edition, Sybex 200
8. Mukesh J., Delivering Successfull Projects with TSP and Six Sigma: A Practical Guide to Implementing Team Software Process, CRC Press 2009.
9. De Bono E., Six thinking hats, Penguin Books 2000.
10. Basadur M, The power of innovation: how to make innovation a way of life and put creative solutions to work, Pitman Publishing 2002.

Cilji in kompetence:

Osvojitev teoretičnih osnov in prenosljivih znanj in veščin na področju projektnega vodenja, inoviranja, teamskega dela in tehnik reševanja problemov.

Študentje bodo razvili splošne kompetence:

- sposobnost analize, sinteze in predvidevanja rešitev ter posledic pojavov na področju managementa inoviranja, projektnega in teamskega dela
- obvladovanje raziskovalnih in razvojnih metod s področja projektnega in teamskega dela ter managementa inoviranja ter razvoj kritične in samokritične presoje,
- sposobnost uporabe znanj in veščin v praksi,
- avtonomnost pri strokovnem delu in pri sprejemanju odločitev,
- sposobnost argumentiranega zagovarjanja lastnih stališč in upoštevanje stališč drugih.

Študentje bodo razvili predmetno-specifične kompetence:

- poznavanje in razumevanje projektnega in teamskega dela ter inovacijskih procesov,
- sposobnost za reševanje izzivov povezanih z večjo sposobnostjo projektnega in teamskega dela ter s krepitevijo ustvarjalnih in inovacijskih procesov,
- sposobnost iskanja ter uporabe novih informacij iz raznih virov,
- razumevanje povezanosti pridobljenih znanj v organizaciji in zahtev sodobnega obvladovanja s tehnološkimi, inventivnimi, raziskovalnimi, managerskimi in pravnimi vidiki,
- razumevanje in uporaba kritične analize in razvoja ter praktične uporabe teorij v reševanju konkretnih strokovnih problemov.

Objectives and competences:

To understand theoretical knowledge and skills of project management, innovation management, teamwork and problem solving techniques.

Students will develop general competencies on:

- ability of analysis, synthesis and anticipation for solutions and consequences of phenomena of innovation management, project management and teamwork,
- management of research and development methods and innovation management and development of critical and self critical assessment,
- ability to employ knowledge and skills in practice,
- autonomy at professional work and decision making,
- ability of defending of one owns positions using arguments while considering different opinions.

The students will also develop subject specific competences:

- understanding project management, team work and innovation processes,
- ability of recognising challenges related on project management and team work and strengthening creative and innovative processes,
- ability of searching information and use of different information sources,
- understanding relations between acquired knowledge in organisation and necessity to control and manage processes considering technological, inventive, research, managerial and legal aspects,
- understand and use of acquired knowledge and skills for organizing and managing of specific professional challenges.

Predvideni študijski rezultati:

Izbrati in uporabiti ustrezne metode reševanja problemov, prepoznati ustreznost projektnega vodenja v vodenju projektov, in uporabiti metode teamskega dela. Prepozнатi koncept intelektualne lastnine in izbrati ustrezne načine varovanja.

Intended learning outcomes:

To recognise and use methods of problem solving, tools and principles of project management, and to use methods and techniques of teamwork. To recognising the concept of intellectual property and choose appropriate ways of protecting intellectual property.

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

Predavanja, vaje, domače delo, samostojno delo, delo v skupinah, primeri in analiza	Lectures, labworks, homework, student's self-dependent work, work in groups, examples and analysis
---	--

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Zaključna ocena je tridelna. K zaključni oceni prispevajo: - pisni in/ali ustni izpit, - priprava projekta, - izvedba, priprava poročil vaj. • Za pozitivno oceno je potrebno zbrati skupaj vsaj 51% možnih točk, pri čemer mora biti vsaka komponenta (izpit in projekt skupaj s poročilom vaj) ocenjena pozitivno. • Ocenjevalna lestvica: 6 (51-64%), 7 (65-74%), 8 (75-84%), 9 (85-94%), 10 (95-100%).		Final grade is consisted of three parts: - exam written and/or oral, - project work, - labwork and labwork reports. • For positive grade at least 51% of points has to be collected, where each of three parts listed above has to be assesed as positive. • Grade ranks: 6 (51-64%), 7 (65-74%), 8 (75-84%), 9 (85-94%), 10 (95-100%)
pisni in/ali ustni izpit,	10,00 %	exam written and/or oral
priprava projekta	20,00 %	project work
izvedba, priprava poročil vaj	70,00 %	labwork and labwork reports

Reference nosilca/Lecturer's references:

- 1.GIDER, Franc, LIKAR, Borut, KERN, Tomaž, MIKLAVČIČ, Damijan. Implementation of a multidisciplinary professional skills course at an electrical engineering school. *IEEE transactions on education*, 2012, vol. 55, no. 3, str. 332-340.
- 2.GIDER, Franc, MIKLAVČIČ, Damijan, KERN, Tomaž, LIKAR, Borut. Teaching multidisciplinary soft skills at engineering school. V: XIV. IOSTE Symposium, International Organization for Science and Technology Education, June 13.-18. 2010, Bled, Slovenia. DOLINŠEK, Slavko (ur.). *Socio-cultural and human values in science and technology education : proceedings*. Ljubljana: Institute for Innovation and Development of University, 2010, 9 str.
- 3.LIKAR, Borut, MIKLAVČIČ, Damijan. Organisation and motivation of researchers in an interdisciplinary research team. V: KERN, Tomaž (ur.), RAJKOVIČ, Vladislav (ur.). *People and sustainable organization*. Frankfurt am Main: Peter Lang, 2011, str. 147-165.
- 4.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, 2003*. [S. l.]: United States Patent and Trademark Office, 2009.
- 5.MIKLAVČIČ, Damijan. Network for development of electroporation-based technologies and treatments: COST TD1104. *The journal of membrane biology*, 2012, vol. 245, no. 10, str. 591-598.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: Modul E: Zasnova in razvoj izdelkov

Course title: Module E: Product Design and Development

Študijski programi in stopnja

Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni

Študijska smer

Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)

Letnik

Letni

3. letnik

Univerzitetna koda predmeta/University course code:

64143

Predavanja

Seminar

Vaje

Klinične vaje

Druge oblike študija

Samostojno delo

ECTS

30

30

65

5

Nosilec predmeta/Lecturer:

Boštjan Likar

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 študija.

Enrolment in the study year.

Vsebina:

Razvojni procesi in organizacijske strukture
Zaznavanje priložnosti
Načrtovanje izdelkov
Identifikacija potreb kupcev
Določanje lastnosti izdelkov
Tvorba, izbira in testiranje zamisli
Arhitektura izdelkov
Industrijsko oblikovanje
Oblikovanje za proizvodnjo
Prototipni izdelki
Robustno oblikovanje
Ekonomika razvoja izdelkov
Dizajn za okolje
Produktno vodenje
Podjetništvo

Content (Syllabus outline):

Development processes and organizations
Opportunity identification
Product planning
Identifying customer needs
Product specifications
Concept generation, selection and testing
Product architecture
Industrial design
Design for manufacturing
Prototyping
Robust design
Product development economics
Design for environment
Product management
Entrepreneurship

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Karl Ulrich, Steven Eppinger, Product Design and Development, McGraw-Hill, 2011
2. Elektronsko gradivo – prosojnice predavanj in navodila za vaje: <http://lit.fe.uni-lj.si/ZRI>

Cilji in kompetence:

Namen predmeta je spoznati sistematičen pristop k razvoju novih izdelkov, ki obravnava področja trženja, tehnike, industrijskega oblikovanja, načrtovanja in organizacije ter jih poveže v celovit, kakovosten in inovativen razvojni proces. Praktična znanja študentje

Objectives and competences:

The aim of the subject is to introduce systematical methods for the development of new products by combining and integrating the fields of marketing, design, planning and manufacturing. Practical skills are gained via a team work in which the students propose a

pridobijo s skupinskim projektnim delom, kjer si zamislico, razvijejo in predstavijo nov prototipni izdelek ter utemeljijo njegove najpomembnejše konkurenčne prednosti.	concept for a new product, develop a prototype and demonstrate its main competitive advantages.
--	---

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opredeliti osnovne korake načrtovanja izdelkov • uporabiti postopke za kreativno razvijanje zamisli in reševanje problemov • analizirati lastnosti obstoječih in novih izdelkov • oceniti tržni potencial novih izdelkov • ovrednotiti vpliv oblikovanja na proizvodnjo, kakovost, ekonomijo in okolje • prepozнатi pomen produktnega vodenja v podjetništvu 	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • define basic steps for product planning • apply techniques for creative concept development and tools for problem solving • analyse properties of existing and new products • estimate marketing potential of new products • evaluate the impact of design on production, quality, economy and environment • recognise the role of product management in entrepreneurship

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
<p>Teoretični postopki so prikazani na različnih praktičnih in splošno znanih primerih izdelkov, od zelo enostavnih do zelo kompleksnih, tako da študentje dobijo vpogled v možnosti uporabe.</p> <p>Nekatera predavanja izvajajo vabljeni predavatelji iz slovenske industrije in priložnostno tudi iz tujine.</p> <p>Študentje s projektnim delom v manjših skupinah pripravijo predloge za nove izdelke, jih razvijejo do prototipne stopnje, javno predstavijo in utemeljijo njihove konkurenčne prednosti.</p>	<p>Theoretical methods are illustrated on different practical and well-known products, ranging from simple to highly complex ones, so that the students get some insights into possible applications.</p> <p>Some lectures are conducted by invited lecturers from domestic and possibly foreign industry.</p> <p>The students work on their projects in small teams in which they propose concepts for new products, develop prototypes and publicly demonstrate their main competitive advantages.</p>

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Ocenjevanje individualnih in skupinskih projektnih nalog med semestrom.	80,00 %	Assessment of individual and team project tasks during the semester. Presentation of new prototype product and demonstration of main competitive advantages.
Predstavitev novega prototipnega izdelka ter utemeljitev glavnih konkurenčnih prednosti.	20,00 %	Assessment of individual and team project tasks during the semester.

Reference nosilca/Lecturer's references:
1. Jaka Katrašnik, Franjo Pernuš in Boštjan Likar, A method for characterizing illumination systems for hyperspectral imaging, Optics Express, 21(4):4841-4853, 2013.
2. Miha Možina, Dejan Tomaževič, Franjo Pernuš in Boštjan Likar, Automated visual inspection of imprint quality of pharmaceutical tablets, Machine Vision and Applications, 24(1):66-73, 2013.
3. Jaka Katrašnik, Franjo Pernuš in Boštjan Likar, A survey of mobile robots for distribution power line inspection, IEEE Transactions on Power Delivery, 25(1):485-493, 2010.
4. Miran Bürmen, Franjo Pernuš in Boštjan Likar, High-speed precision weighing of pharmaceutical capsules, Measurement Science and Technology, 20(11):115203, 2009.
5. Boštjan Likar - razvojne in podjetniške reference: odgovorni nosilec osmih aplikativnih raziskovalnih projektov, razvijalec več kot 20 izdelkov z računalniškim vidom, soustanovitelj visokotehnološkega podjetja Sensum d.o.o.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: Numerične metode
Course title: Numerical Methods

Študijski programi in stopnja Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Študijska smer Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	Letnik 3. letnik	Semestri Zimski
---	--	----------------------------	---------------------------

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64130

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Gregor Dolinar, Melita Hajdinjak

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:

Reševanje nelinearnih enačb (bisekcija, sekantna metoda, Newtonova metoda). Sistemi linearnih enačb (Gaussova eliminacija, iterativno reševanje, robni problemi, predoločeni in nedoločeni sistemi linearnih enačb). Interpolacija in aproksimacija (polinomska interpolacija, kubični zlepki, metoda najmanjših kvadratov). Numerično integriranje (trapezna metoda, Simpsonova metoda, Rombergova metoda, singularni integrali). Navadne diferencialne enačbe (Eulerjeva metoda, Heunova metoda, strelska metoda). Parcialne diferencialne enačbe (metoda končnih razlik).

Content (Syllabus outline):

Solving nonlinear equations (bisection method, secant method, Newton method). Systems of linear equations (Gaussian elimination, iterative methods, boundary value problems, overdetermined and underdetermined systems of linear equations). Interpolation and approximation (polynomial interpolation, cubic splines, least squares method). Numerical integration (trapezoidal rule, Simpson rule, Romberg method, singular integrals). Ordinary differential equations (Euler method, Heun method, shooting method). Partial differential equations (finite difference method).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. Plestenjak: Razširjen uvod v numerične metode, DMFA-založništvo, 2015
2. R.Burden, J.D.Faires: Numerical Analysis, 9th ed., Brooks/Cole, Boston 2010
3. Jurcic Zlobec Borut, Perne Andrej: Octave z uvodom v numericne metode, Zalozba FE, 2009
4. B. Orel: Osnove numerične matematike, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2004
5. B. Jurčič-Zlobec, A. Berkopac: Matlab z uvodom v numerične metode, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2005
6. Spletna učilnica eFE <https://e.fe.uni-lj.si>

Cilji in kompetence:

Spoznati osnovne numerične metode, njihov pomen in uporabo. Razvijati numerično-analitično razmišljanje. Spoznati programski orodji Matlab in Octave.

Objectives and competences:

Understanding of basic numerical methods, their meaning and usage. Develop numerical-analytical thinking. To get to know programming tools Matlab and Octave.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisati osnovne numerične metode, • numerično rešiti nelinearne enačbe, sisteme linearnih enačb in probleme z aproksimacijo in interpolacijo, • numerično izračunati določene integrale in numerično rešiti navadne in parcialne diferencialne enačbe, • uporabiti programska orodja Matlab in Octave pri reševanju numeričnih problemov, • kritično analizirati in numerično interpretirati tehnične probleme, ki se pojavijo v praksi, • kritično ovrednotiti dobljeni rezultat. 	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • describe basic numerical methods, • numerically solve nonlinear equations, systems of linear equations and problems with approximation and interpolation, • numerically compute definite integrals and numerically solve ordinary and partial differential equations, • use the programming tools Matlab and Octave for solving numerical problems, • critically analyse and numerically interpret technical problems that we encounter in practise, • critically evaluate the solution.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja in laboratorijske vaje. Domače naloge v Matlalu ali Octave.	Lectures and laboratory tutorials. Homework assignments in Matlab or Octave.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: domače naloge, preverjanje laboratorijskih vaj, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. K izpitu lahko pristopijo tisti, ki pravilno rešijo določeno število domačih nalog, pozitivno opravijo preverjanje laboratorijskih vaj in so prisotni na določenem številu laboratorijskih vaj. Pozitivna ocena na pisnem izpitu je pogoj za pristop k izpitu iz teorije. Pozitivna ocena na izpitu iz teorije je pogoj za skupno pozitivno oceno. Prispevki k oceni: - pisni izpit, - izpit iz teorije.		Types: homework assignments, evaluation of laboratory exercises , writing exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Only those who solve a predetermined number of homework assignments and have a sufficient visit of laboratory exercises can attend the exams. Positive grade at the writing exam is a prerequisite for the exam in theory. Positive grade at the exam in theory is a prerequisite for a positive final grade. Contributions to final grade: - writing exam, - exam in theory.
pisni izpit	50,00 %	writing exam
izpit iz teorije	50,00 %	exam in theory

Reference nosilca/Lecturer's references:
Gregor Dolinar
1. DOLINAR, Gregor, KUZMA, Bojan, NAGY, Gergő, SZOKOL, Patrícia. Restricted skew-morphisms on matrix algebras. <i>Linear Algebra and its Applications</i> , ISSN 0024-3795, 2016, vol. 490, str. 1-17.
2. DOLINAR, Gregor, MOLNÁR, Lajos. Automorphisms for the logarithmic product of positive semidefinite operators. <i>Linear and Multilinear Algebra</i> , ISSN 0308-1087, 2013, vol. 61, no. 2, 161-169.
3. DOLINAR, Gregor, HE, Kan, KUZMA, Bojan, QI, Xiaofei. A note on Jordan derivable linear maps. <i>Operators and matrices</i> , ISSN 1846-3886, 2013, vol. 7, no. 1, str. 159-165.
4. DOLINAR, Gregor, GUTERMAN, Aleksandr Emilevič, MAROVT, Janko. Automorphisms of $K(H)$ with respect to the star partial order. <i>Operators and matrices</i> , ISSN 1846-3886, 2013, vol. 7, no. 1, str. 225-239.
5. PERUTKOVÁ, Šárka, DANIEL, Matej, RAPPOLT, Michael, PABST, Georg, DOLINAR, Gregor, KRALJ-IGLIČ, Veronika, IGLIČ, Aleš. Elastic deformations in hexagonal phases studied by small-angle X-ray diffraction and simulations. <i>PCCP. Physical chemistry chemical physics</i> , ISSN 1463-9076, Feb. 2011, vol. 13, no. 8, str. 3100-3107.
Melita Hajdinjak
1. SULIĆ KENK, Vildana, MANDELJC, Rok, KOVACIČ, Stanislav, KRISTAN, Matej, HAJDINJAK, Melita, PERŠ, Janez. Visual re-identification across large, distributed camera networks. <i>Image and vision computing</i> , ISSN 0262-8856, Feb. 2015, vol. 34, str. 11-26.
2. HAJDINJAK, Melita, BAUER, Andrej. Similarity-based relations in Datalog programs. <i>International journal of uncertainty, fuzziness and knowledge-based systems</i> , ISSN 0218-4885, Oct. 2012, vol. 20, no. 5, str. 673-700.
3. HAJDINJAK, Melita, BIERMAN, Gavin M. Extending relational algebra with similarities. <i>Mathematical structures in computer science</i> , ISSN 0960-1295, Aug. 2012, vol. 22, no. 4, str. 686-718.

- 4. HAJDINJAK, Melita, BAUER, Andrej. Similarity measures for relational databases. *Informatica*, ISSN 0350-5596, May 2009, vol. 33, no. 2, str. 143-149.
- 5. HAJDINJAK, Melita, MIHELIĆ, 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: Optoelektronika
Course title: Optoelectronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektronika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64127

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Janez Krč

Vrsta predmeta/Course type: strokovni predmet, obvezen za smer Elektronika in izbirni za ostale smeri / professional course, compulsory for the study field Electronics and elective for other study fields

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:

UVOD: izzivi in trendi v optoelektroniki
SVETLOBA: ponovitev modelov svetlobe, razširjanje, svetloba in snov, kompleksni lomni količnik, odboj, lom, sipanje, barvni prostori
OPTIČNI VIRI: nastanek svetlobe v snovi in pregled sodobnih optičnih virov
- Svetleče diode (LED): direktni polprevodniki, spontana emisija, LED strukture, tehnologija, optične in električne karakteristike, primer krmilnih vezij, organske LED (OLED)
- Laserji: princip laserskega delovanja, stimulirana emisija, zgradba plinskega laserja, optično ojačenje in izgube, spekter in oblika žarka, uporaba laserjev
- Laserske diode (LD): strukture (PN, DH, DBR, DFB, VCSEL), delovanje, praktični primeri uporabe
DETEKTORJI SVETLOBE: detekcija svetlobe v polprevodniku, polprevodniški fotodetektorji (pn, pin, hetero, PD s plazovito ionizacijo, fototranzistor), vezja s fotodetektorji
osnove delovanja in strukture CCD, CMOS, večja a-Si:H detektorska polja
ZASLONI: zgradba in delovanje LCD, LED, plazemskih in OLED zaslono, princip delovanja 3D zaslono
OPTIČNA VLAKNA: princip prenosa svetlobe po vlaknu, razlika eno in mnogorodovna vlakna, slabljenje, disperzija, nelinearni efekti

Content (Syllabus outline):

INTRODUCTION: challenges and trends in Optoelectronics
LIGHT: short revision of models of light, propagation, light and matter, complex refractive index, reflection, refraction, scattering, colour spaces
OPTICAL SOURCES: generation of light, overview of optical sources
- Light emitting diodes (LED): direct semiconductors, spontaneous emission, LED structures, technology, optical and electrical characteristics, examples of driver circuits, organic LED (OLEDs)
- Lasers: operational principle, stimulated emission, main parts of a laser, optical amplification and losses, spectrum and shape of the output beam, applications of lasers
- Laser diodes: structures, PN, DH, DBR, DFB VCSEL LD, applications
PHOTODETECTORS: detection of light in semiconductor, semiconductor photodetectors (pn, pin, heterodiode, avalanche, phototransistor), circuits with photodetectors, operational principles and structures of CCD, CMOS and a-Si:H detector arrays
DISPLAYS: structure and operation of LCD, LED, plasma and OLED displays, 3D displays

<p>FOTOVOLTAIKA: trendi, sončni spekter, sevanje, obsevanje, delovanje in parametri sončne celice, tehnologije in tipi sončnih celic in fotonapetostnih modulov, fotonapetostni sistemi, načrtovanje sončne elektrarne, primeri izvedbe Iz omenjenih področij študenti izvedejo 6 laboratorijskih vaj, med njimi eno izbirno v raziskovalnem Laboratoriju za fotovoltaiko in optoelektroniko.</p>	<p>OPTICAL FIBERS: guiding light in a fiber, single and multimode fibers, attenuation, dispersion, non-linear effects PHOTOVOLTAICS: trends, solar spectrum, radiation and irradiation, how a solar cell work, technologies of solar cells and photovoltaics modules, photovoltaic systems, steps design of a solar power plant, examples 6 tasks are conducted from the above mentioned topics within the practice work of the course. One of them is elective and is carried out in the research Laboratory of Photovoltaics and Optoelectronics.</p>
--	---

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J. Krč, Prosojnice predavanj, dostopne so na e-FE/ / Slides of lectures, available at e-FE
2. B. Lipovšek, Navodila za laboratorijske vaje pri predmetu Optoelektronika (založba UL FE) in zbirka rešenih primerov na e-fe / Instructions for practical work – Optoelectronics (bookstore UL FEE) and Calculation examples with results (e-fe)
3. S. O. Kasap, Optoelectronics and Photonics – principles and practices, 2nd Ed. Pearson Education, 2013
4. A. Luque, S. Hegedus, Handbook of photovoltaic science and engineering, Wiley, 2011.
5. B. E. A. Saleh, Fundamentals of photonics, Wiley, 2007.

Cilji in kompetence:

Cilji predmeta so študentu podati sodobna znanja s področja optoelektronike in fotonike s poudarkom na izvedbah sodobnih optoelektronskih gradnikov, se seznaniti z njihovimi strukturami in razumeti osnovne principe delovanja. Osredotočamo se predvsem na elektrotehnične vidike, ki zajemajo tudi rešitve osnovnih načinov priklopa elementov in sistemov v elektronska vezja. Na področju fotovoltaike se študenti spoznajo s pomenom obnovljivih virov energije, seznanijo se in razmišljajo o rešitvah, ki jih ponuja fotovoltaika.

Objectives and competences:

The objectives of the course are to familiarize students with the state-of-the-art knowledge on optoelectronics and photonics with emphasis on contemporary optoelectronic devices and their structures and to understand their operational principles. Issues important for electrical engineers will be pointed out such as connection of optoelectronic components with other electronic components and circuits. Related to photovoltaics students will learn about the importance of renewable energy sources and the photovoltaics among them, they will learn and think about different technical solutions of PV systems.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- pojasniti osnovne principe delovanja optoelektronskih gradnikov
- izračunati obravnavane osnovne optične in električne lastnosti optoelektronskih gradnikov
- izmeriti osnovne karakteristike gradnikov
- izbrati ustrezen optoelektronski gradnik za dano aplikacijo
- načrtati enostavno vezje za priključitev gradnikov
- izvesti osnovne korake načrtovanja fotonapetostnega generatorja za enostavno fotonapetostno elektrarno

Intended learning outcomes:

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

- explain basic operational principles of optoelectronic devices
- calculate selected optical and electrical characteristics of devices
- measure basic characteristics of devices
- select an appropriate optoelectronic component for certain application
- design a simple electronic circuit for connection of an optoelectronic device
- carry out basic steps in design of a photovoltaic array for a simple photovoltaic power plant

Metode poučevanja in učenja:

Na predavanjih so podane teoretične osnove in prikazani izbrani praktični primeri. Študenti imajo na voljo izročke prosojnic predavanj in dodatno gradivo. Na laboratorijskih vajah se študenti usmerjajo na praktično delo s konkretnimi optoelektronskimi gradniki.

Learning and teaching methods:

The lectures provide a theoretical background on particular subjects together with presentation of selected practical examples. Handouts of slides are available as well as additional study material. Practical

	work is devoted to hands-on - working with optoelectronic components.
--	---

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, TOPIČ, Marko. The two approaches of surface-texture optimization in thin-film silicon solar cells. *IEEE journal of photovoltaics*, ISSN 2156-3381, Oct. 2013, vol. 3, no. 4, str. 1156-116
3. KRČ, Janez, LIPOVŠEK, Benjamin, TOPIČ, Marko. Design for high out-coupling efficiency of white OLED using CROWM - a combined geometric/wave optics model. V: *Optical Nanostructures and Advanced Materials for Photovoltaics (2013)*. [S. l.]: The Optical Society, cop. 2014.
4. KRČ, Janez, SEVER, Martin, ČAMPA, Andrej, STELTENPOOL, Mark, MOULIN, Etienne, ERVEN, Rob van, HAUG, Franz-Josef, BALLIF, Christophe, TOPIČ, Marko. Design of advanced surface-textures for thin-film silicon micromorph solar cells. V: Photovoltaic Science and Engineering Conference, October 28 - November 1, 2013, Taipei, Taiwan. *PVCES-23 : technical digest*. [S. l.: s. n.], 2013, str. 1-
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: Optoelektronika
Course title: Optoelectronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64127

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Janez Krč

Vrsta predmeta/Course type: strokovni predmet, obvezen za smer Elektronika in izbirni za ostale smeri /professional course, compulsory for the study field Electronics and elective for other study fields

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:

UVOD: izzivi in trendi v optoelektroniki
SVETLOBA: ponovitev modelov svetlobe, razširjanje, svetloba in snov, kompleksni lomni količnik, odboj, lom, sipanje, barvni prostori
OPTIČNI VIRI: nastanek svetlobe v snovi in pregled sodobnih optičnih virov
- Svetleče diode (LED): direktni polprevodniki, spontana emisija, LED strukture, tehnologija, optične in električne karakteristike, primer krmilnih vezij, organske LED (OLED)
- Laserji: princip laserskega delovanja, stimulirana emisija, zgradba plinskega laserja, optično ojačenje in izgube, spekter in oblika žarka, uporaba laserjev
- Laserske diode (LD): strukture (PN, DH, DBR, DFB, VCSEL), delovanje, praktični primeri uporabe
DETEKTORJI SVETLOBE: detekcija svetlobe v polprevodniku, polprevodniški fotodetektorji (pn, pin, hetero, PD s plazovito ionizacijo, fototranzistor), vezja s fotodetektorji
osnove delovanja in strukture CCD, CMOS, večja a-Si:H detektorska polja
ZASLONI: zgradba in delovanje LCD, LED, plazemskih in OLED zaslono, princip delovanja 3D zaslono
OPTIČNA VLAKNA: princip prenosa svetlobe po vlaknu, razlika eno in mnogorodovna vlakna, slabljenje, disperzija, nelinearni efekti

Content (Syllabus outline):

INTRODUCTION: challenges and trends in Optoelectronics
LIGHT: short revision of models of light, propagation, light and matter, complex refractive index, reflection, refraction, scattering, colour spaces
OPTICAL SOURCES: generation of light, overview of optical sources
- Light emitting diodes (LED): direct semiconductors, spontaneous emission, LED structures, technology, optical and electrical characteristics, examples of driver circuits, organic LED (OLEDs)
- Lasers: operational principle, stimulated emission, main parts of a laser, optical amplification and losses, spectrum and shape of the output beam, applications of lasers
- Laser diodes: structures, PN, DH, DBR, DFB VCSEL LD, applications
PHOTODETECTORS: detection of light in semiconductor, semiconductor photodetectors (pn, pin, heterodiode, avalanche, phototransistor), circuits with photodetectors, operational principles and structures of CCD, CMOS and a-Si:H detector arrays
DISPLAYS: structure and operation of LCD, LED, plasma and OLED displays, 3D displays

<p>FOTOVOLTAIKA: trendi, sončni spekter, sevanje, obsevanje, delovanje in parametri sončne celice, tehnologije in tipi sončnih celic in fotonapetostnih modulov, fotonapetostni sistemi, načrtovanje sončne elektrarne, primeri izvedbe Iz omenjenih področij študenti izvedejo 6 laboratorijskih vaj, med njimi eno izbirno v raziskovalnem Laboratoriju za fotovoltaiko in optoelektroniko.</p>	<p>OPTICAL FIBERS: guiding light in a fiber, single and multimode fibers, attenuation, dispersion, non-linear effects PHOTOVOLTAICS: trends, solar spectrum, radiation and irradiation, how a solar cell work, technologies of solar cells and photovoltaics modules, photovoltaic systems, steps design of a solar power plant, examples 6 tasks are conducted from the above mentioned topics within the practice work of the course. One of them is elective and is carried out in the research Laboratory of Photovoltaics and Optoelectronics.</p>
--	---

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J. Krč, Prosojnice predavanj, dostopne so na e-FE/ / Slides of lectures, available at e-FE
2. B. Lipovšek, Navodila za laboratorijske vaje pri predmetu Optoelektronika (založba UL FE) in zbirka rešenih primerov na e-fe / Instructions for practical work – Optoelectronics (bookstore UL FEE) and Calculation examples with results (e-fe)
3. S. O. Kasap, Optoelectronics and Photonics – principles and practices, 2nd Ed. Pearson Education, 2013
4. A. Luque, S. Hegedus, Handbook of photovoltaic science and engineering, Wiley, 2011.
5. B. E. A. Saleh, Fundamentals of photonics, Wiley, 2007.

Cilji in kompetence:

Cilji predmeta so študentu podati sodobna znanja s področja optoelektronike in fotonike s poudarkom na izvedbah sodobnih optoelektronskih gradnikov, se seznaniti z njihovimi strukturami in razumeti osnovne principe delovanja. Osredotočamo se predvsem na elektrotehnične vidike, ki zajemajo tudi rešitve osnovnih načinov priklopa elementov in sistemov v elektronska vezja. Na področju fotovoltaike se študenti spoznajo s pomenom obnovljivih virov energije, seznanijo se in razmišljajo o rešitvah, ki jih ponuja fotovoltaika.

Objectives and competences:

The objectives of the course are to familiarize students with the state-of-the-art knowledge on optoelectronics and photonics with emphasis on contemporary optoelectronic devices and their structures and to understand their operational principles. Issues important for electrical engineers will be pointed out such as connection of optoelectronic components with other electronic components and circuits. Related to photovoltaics students will learn about the importance of renewable energy sources and the photovoltaics among them, they will learn and think about different technical solutions of PV systems.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- pojasniti osnovne principe delovanja optoelektronskih gradnikov
- izračunati obravnavane osnovne optične in električne lastnosti optoelektronskih gradnikov
- izmeriti osnovne karakteristike gradnikov
- izbrati ustrezen optoelektronski gradnik za dano aplikacijo
- načrtati enostavno vezje za priključitev gradnikov izvesti osnovne korake načrtovanja fotonapetostnega generatorja za enostavno fotonapetostno elektrarno

Intended learning outcomes:

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

- explain basic operational principles of optoelectronic devices
- calculate selected optical and electrical characteristics of devices
- measure basic characteristics of devices
- select an appropriate optoelectronic component for certain application
- design a simple electronic circuit for connection of an optoelectronic device
- carry out basic steps in design of a photovoltaic array for a simple photovoltaic power plant

Metode poučevanja in učenja:

Na predavanjih so podane teoretične osnove in prikazani izbrani praktični primeri. Študenti imajo na voljo izročke prosojnic predavanj in dodatno gradivo. Na laboratorijskih vajah se študenti usmerjajo na praktično delo s konkretnimi optoelektronskimi gradniki.

Learning and teaching methods:

The lectures provide a theoretical background on particular subjects together with presentation of selected practical examples. Handouts of slides are available as well as additional study material. Practical

	work is devoted to hands-on - working with optoelectronic components.
--	---

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, TOPIČ, Marko. The two approaches of surface-texture optimization in thin-film silicon solar cells. *IEEE journal of photovoltaics*, ISSN 2156-3381, Oct. 2013, vol. 3, no. 4, str. 1156-116
3. KRČ, Janez, LIPOVŠEK, Benjamin, TOPIČ, Marko. Design for high out-coupling efficiency of white OLED using CROWM - a combined geometric/wave optics model. V: *Optical Nanostructures and Advanced Materials for Photovoltaics (2013)*. [S. l.]: The Optical Society, cop. 2014.
4. KRČ, Janez, SEVER, Martin, ČAMPA, Andrej, STELTENPOOL, Mark, MOULIN, Etienne, ERVEN, Rob van, HAUG, Franz-Josef, BALLIF, Christophe, TOPIČ, Marko. Design of advanced surface-textures for thin-film silicon micromorph solar cells. V: Photovoltaic Science and Engineering Conference, October 28 - November 1, 2013, Taipei, Taiwan. *PVCES-23 : technical digest*. [S. l.: s. n.], 2013, str. 1-
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:	Osnove elektrotehnike I
Course title:	Fundamentals of Electrical Engineering I

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64103
---	-------

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		45			95	8

Nosilec predmeta/Lecturer:	Dejan Križaj, Iztok Humar
----------------------------	---------------------------

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 študija	Enrolment in the year of the course
-----------------------	-------------------------------------

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Elektrina in tok. Elektrina in porazdelitve elektrine. Električni tok, gostota električnega toka. Zakon o ohranitvi elektrine, kontinuitetna enačba. Prvi Kirchhoffov zakon. Električno polje. Coulombov zakon električne sile. Električna poljska jakost. Izvornost električnega polja. Delo električne sile, električna potencialna energija, nevrtinčnost električnega polja. Električni potencial. Električna napetost. Drugi Kirchhoffov zakon. Električni dipol. Prevodnik in električno polje. Zrcaljenje. Dielektrik in električno polje. Polarizacija. Gostota električnega pretoka, električni pretok. Dielektričnost. Mejna pogoja električnega polja. Kapacitivnost. Kondenzator. Delne kapacitivnosti. Energija električnega polja. Gibalni procesi v električnem polju. Kondenzatorsko vezje. Tokovno polje. Ohmov zakon. Joulov zakon. Specifična električna prevodnost. Mejni pogoji tokovnega polja. Električna upornost in električna prevodnost. Ozemljitvena upornost. Upor. Nelinearen upor. Napetostno-tokovna karakteristika. Napetostni in tokovni vir. Enosmerna električna vezja. Analiza preprostih vezij in teoremi.	Electric charge and current. Charge distributions. Electric current density. Conservation of charge. Continuity equation. Kirchhoff's current law. Electric force. Coulomb's law. Electric field. Electric field strength. Gauss law of electric field. Work of electric force. Electric potential energy. Electric potential. Voltage. Kirchhoff's voltage law. Electric dipole. Conductor and electric field. Image theory. Dielectric material and electric field. Polarization. Electric flux. Electric flux density. Dielectric permittivity. Boundary conditions of electric field. Dielectric breakdown. Capacitance. Capacitor. Partial capacitances. Energy of electric field. Forces and torques. Capacitor circuits. Current field. Ohm's law. Joule's law. Specific electric conductivity. Boundary conditions of current field. Resistance and conductance. Grounding resistance. Resistor. Non-linear resistor. Voltage-Current characteristic. Voltage and current sources. DC electric circuits. Analyses and theorems.

Temeljna literatura in viri/Readings:
1. Sinigoj A. R.: Osnove elektromagnetike, Založba FE in FRI, Ljubljana, 1994.
2. Sinigoj A. R.: Elektrotehnika 1 in 2, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2006.
3. Križaj D.: Osnove elektrotehnike I, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2017.

4. Humar I., Bulić E., Sinigoj A. R.: OE I - LAB, Laboratorijske vaje. Založba FE in FRI, Ljubljana, 2013.
5. Duffin W. J.: Electricity and magnetism, McGraw-Hill, London, 1990.
6. Popović D. B.: Osnovi elektrotehnike 1 in 2, Građevanska knjiga, Beograd, 1986.
7. Purcell E. M.: Electricity and magnetism, McGraw-Hill, New York, 1965.
8. Notaroš B. M.: Electromagnetics, Pearson, 2010..
9. Sinigoj A. R.: Elektrotehnika 1 in 2, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2006.

Cilji in kompetence:

Cilj je spoznati osnovne električne pojave in jih opisati z matematičnimi enačbami (relacijami). Študent spozna osnovne veličine, ki jih uporabljamo za opis električnih pojavov ter njihove povezave. Spozna tudi osnovne zakone električnega in tokovnega polja ter enosmernih električnih vezij ter način izračunavanja – tako analitičen kot numeričen. Snov predmeta je hkrati osnova za razumevanje strokovnih predmetov v višjih letnikih študija elektrotehnike.

Objectives and competences:

To acquire fundamental knowledge on electrostatic field, current field and DC electric circuits. The acquired knowledge serves as a basis for further electrotechnical studies.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem izpitu naj bi študenti:

- poznali osnovne veličine potrebne za opis elektrostatičnih pojavov, tokovnega polja in enosmernih vezij
- poznali in razumeli povezave med osnovnimi veličinami v matematični in grafični obliku
- uporabili povezave med veličinami za analitične izračune
- znali grafično izrisati odvisnost veličine od določenega parametra s poljubnim računalniškim programom (Matlab, Octave, Python, ...)
- znali z uporabo računalniških orodij izračunati porazdelitev električnega in/ali tokovnega polja in ga vizualizirati
- razumeli navodila za pripravo eksperimentov, po navodilih sestaviti eksperiment, ga po navodilih izvajati ter iz opazovanja zapisati opažanja

Intended learning outcomes:

After successfully passed exam the student should be able to:

- Be acquainted with basic quantities used to describe electrical phenomena, especially electrostatic fields, DC current conduction and DC circuits
- Be familiar and understand the relations between the quantities in mathematical (equations) and graphical presentation
- Use the relations for analytical calculations
- Be capable of use of some computer tools (such as Matlab, Octave, Python, ...) to plot the analytical expressions in a graph
- Use a computer tool to calculate distribution of electric field and/or current density field and present it graphically
- Understand and use instructions to prepare and run real experiments, observe and analyse data and draw conclusions

Metode poučevanja in učenja:

Na predavanjih se študenti seznanijo z vso potrebnou teorijo iz Vsebine predmeta vključno z osnovnimi primeri uporabe. Dodatno se na predavanjih uporablja demonstracijske eksperimente ter podkrepiti vizualizacijo polj z računalniškimi orodji. Prikaže se tudi način uporabe teh orodij, kar študenti uporabijo pri pripravi seminarske naloge. Na avditorsih vajah dodatno razdelajo problematiko z reševanjem konkretnih nalog/primerov z analitičnimi rešitvami. Laboratorijske vaje vsebujejo priprave, kjer se študenti seznanijo z delom v laboratoriju, domače delo, kjer študenti doma samostojno rešijo pred-pripravljen primer in dodaten študij literature ter eksperimentalno delo v laboratoriju, kjer po navodilih sestavijo eksperimente, jih izvedejo ter opišejo eksperimentalne rezultate. V določenih primerih jih tudi primerjajo z analitičnimi rešitvami iz domače naloge.

Learning and teaching methods:

Lectures are used to teach students the basic theory of electrical engineering from the course Content and use additional practical examples to elaborate on it. In lectures also demonstration experiments are used together with computer animations. Some computer tools are presented that are used in computation and visualization of electric fields.
At the tutorials (exercises) the students elaborate further the problems by solving specific tasks / cases with analytical solutions.
Laboratory exercises include preparations where students get acquainted with work to be performed in a laboratory, homework, where students independently solve the pre-prepared case and additional literature studies and experimental work in the laboratory, where they prepare experiments according to the instructions and describe the experimental results.

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

Način: laboratorijske vaje, domače naloge, seminar, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Opravljene laboratorijske vaje, domače naloge in seminar so pogoj za pristop k pisnem izpitu. Pisni izpit mora biti najmanj 50 točk od 100 za pristop k ustnem izpitu. Prispevki k oceni: seminar pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, homework, seminar, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Passed laboratory exercises, homeworks and seminar are prerequisites for the exam. Each individual grade must be positive. Contributions to the final grade: Seminar written exam oral examination
seminar	20,00 %	Seminar
pisni izpit	30,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. HUMAR, Iztok, GE, Xiaohu, XIANG, Lin, JO, Minho, CHEN, Min, ZHANG, Jing. Rethinking energy efficiency models of cellular networks with embodied energy. IEEE network, 2011, vol. 25, no. 2, str. 40-49.
2. HUMAR, Iztok, SINIGOJ, Anton R., BEŠTER, Janez, HAGLER, Marion O. Integrated component web-based interactive learning systems for engineering. IEEE transactions on education, Nov. 2005, vol. 48, no. 4, str. 664-675, ilustr.
3. KRIŽAJ, Dejan, ISKRA, Ivan, REMŠKAR, Maja. (Quasi 3D) numerical simulation of operation of a capacitive type nanoparticle counter. Journal of electrostatics, Dec. 2011, vol. 69, no. 6, str. 533-539.
4. VUKADINOVIĆ, Mišo, MALIČ, Barbara, KOSEC, Marija, KRIŽAJ, Dejan. Modelling and characterization of thin film planar capacitors : inherent errors and limits of applicability of partial capacitance methods. Measurement science & technology, vol. 20, no. 11, str. 115106-1-115106-11.
5. KRIŽAJ, Dejan, JAN, Janja, VALENČIČ, Vojko. Modeling AC current conduction through a human tooth. Bioelectromagnetics, April 2004, vol. 25, no. 3, str. 185-195.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Osnove elektrotehnike II
Course title:	Fundamentals of Electrical Engineering II

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64107
---	-------

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
60		45			95	8

Nosilec predmeta/Lecturer:	Dejan Križaj, Iztok Humar
----------------------------	---------------------------

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 študija, opravljen izpit pri predmetu Osnove elektrotehnike I.	Enrollment into the study year, completed exam of Electrical Engineering I.
--	---

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Magnetno polje. Tokovni element. Amperov zakon magnetne sile. Gostota magnetnega pretoka in Biot - Savartov zakon. Magnetni pretok. Neizvornost magnetnega polja. Vrtinčnost časovno nespremenljivega magnetnega polja. Lorentzova sila. Gibanje delca v električnem in magnetnem polju. Navor in delo magnetne sile. Magnetni dipol. Magnetik in magnetno polje. Magnetizacija. Magnetna poljska jakost. Permeabilnost. Mejna pogoja magnetnega polja. Magnetna napetost in magnetni potencial. Magnetni viri, magnetni upori in magnetna vezja. Faradayev zakon indukcije. Inducirana napetost, inducirana električna poljska jakost, vrtinčnost induciranega električnega polja, gibalna in transformatorska inducirana napetost. Magnetni sklep. Lastne in medsebojne induktivnosti. Tuljava in sklop tuljav. Energija magnetnega polja. Gibalni procesi v magnetnem polju. Elektromagneti. Vrtinčnost časovno spremenljivega magnetnega polja. Električna vezja spremenljivih tokov in napetosti. Prehodni pojavi v električnih vezjih. Harmonična električna vezja. Kompleksni račun: kazalci, impedanca, admittanca in kompleksna moč. Resonanca. Harmonična električna vezja. Analiza vezij in teoremi. Transformator. Trifazni sistem in vezave bremen. Vrtlino magnetno polje.	Magnetic field. Current element. Ampere's law of magnetic force. Magnetic flux density. Biot-Savart law. Magnetic flux. Gauss law of magnetic field. Ampere's circuital law. Lorentz force. Moving charge in electromagnetic field. Torque and work of magnetic force. Magnetic dipole. Magnetic material and magnetic field. Magnetization. Magnetic field strength. Permeability. Boundary conditions of magnetic field. Magnetomotive force. Scalar magnetic potential. Elements of magnetic circuits. Faraday induction law. Electromotive force voltage and electric field, Stokes' theorem of electric field. Motional and transformer electromotances. Magnetic flux linkage. Self and mutual inductances. Coils and coupled coils. Magnetic field energy. Lifting force. Electromagnets. Displacement current. Maxwell's equations. AC electric circuits. Sinusoidal steady-state electric circuits and analysis in complex domain: phasors, impedance and admittance, complex power. Oscillators. Resonance. Theorems. Transformer. Three-phase circuits. Transients.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Sinigoj A. R.: Osnove elektromagnetike, Založba FE in FRI, Ljubljana, 1994.
 2. Sinigoj A. R.: Elektrotehnika II, III, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2006.
 3. Križaj D.: Osnove elektrotehnike II, Magnetika., Založba FE in FRI, Ljubljana, 2012.
 4. Humar I., Bulić E., Sinigoj A. R.: OE I - LAB, Laboratorijske vaje. Založba FE in FRI, Ljubljana, 2013.
 5. Duffin W. J.: Electricity and magnetism, McGraw-Hill, London, 1990.
 6. Popović D. B.: Osnovi elektrotehnike 1 in 2, Građevanska knjiga, Beograd, 1986.
 7. Halliday D, Resnick R., Walker J., Fundamentals of Physics, John Wiley, 1997.
 8. Purcell E. M.: Electricity and magnetism, McGraw-Hill, New York, 1965.
 9. Albach M.: Grundlagen der Elektrotechnik 1 und 2, Pearson Studium, Muenchen, 2005.
- spletна stran <http://torina.fe.uni-lj.si/oe/>

Cilji in kompetence:

Spozнати in uporabljati zakone magnetnega in inducirane električne polja ter električnih vezij spremenljivih tokov in napetosti. Snov predmeta je osnova za spremjanje strokovnih predmetov v višjih letnikih študija elektrotehnike.

Objectives and competences:

To acquire fundamental knowledge on magnetic field, induced field as well as AC electric circuits, three phase systems and transient circuit analysis. The acquired knowledge serves as a basis for further electrotechnical studies.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu bodo študenti zmožni:
 - definirati osnovne količine, enote in konstante s področja elektrotehnike, predstaviti njihov pomen,
 - pojasniti zveze med količinami, izvesti analitične izračune in interpretirati rezultate,
 - proučiti in razumeti navodila za eksperimente s področja elektrotehnike, narediti laboratorijske eksperimente in pojasniti rezultate.

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course, students should be able to:
 - define basic quantities, units and constants from the field of electrotechnics and explain their meaning,
 - explain the relations between quantities, perform analytical calculations and interpret the results,
 - study and understand the instructions for practical experiments from the field of electrotechnics, perform laboratory experiments and evaluate the results.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, avditorne in laboratorijske vaje (praktikum), izvajanje priprav in domačih nalog, učenje z uporabo videa in spletnih gradiv. Predavanja celotnega predmeta so v video obliki študentom dostopna preko spletja.

Learning and teaching methods:

Lectures, exercises, laboratory work (practicum), homeworks and seminars, IT assisted teaching (video, animations, web materials, simulation examples, ...)

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

Način: laboratorijske vaje, domače naloge, seminar, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Opravljene laboratorijske vaje, domače naloge in seminar so pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit Vsaka izmed ocen mora biti pozitivna.		Type: laboratory exercises, homework, seminar, written exam, oral exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Passed laboratory exercises, homeworks and seminar are prerequisites for the exam. Contributions to final grade: written exam oral examination Each individual grade must be positive.
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. HUMAR, Iztok, GE, Xiaohu, XIANG, Lin, JO, Minho, CHEN, Min, ZHANG, Jing. Rethinking energy efficiency models of cellular networks with embodied energy. IEEE network, 2011, vol. 25, no. 2, str. 40-49.
2. HUMAR, Iztok, SINIGOJ, Anton R., BEŠTER, Janez, HAGLER, Marion O. Integrated component web-based interactive learning systems for engineering. IEEE transactions on education, Nov. 2005, vol. 48, no. 4, str. 664-675, ilustr.
3. KRIŽAJ, Dejan, ISKRA, Ivan, REMŠKAR, Maja. (Quasi 3D) numerical simulation of operation of a capacitive type nanoparticle counter. Journal of electrostatics, Dec. 2011, vol. 69, no. 6, str. 533-539.

4. VUKADINOVIC, Mišo, MALIČ, Barbara, KOSEC, Marija, KRIŽAJ, Dejan. Modelling and characterization of thin film planar capacitors : inherent errors and limits of applicability of partial capacitance methods. *Measurement science & technology*, vol. 20, no. 11, str. 115106-1-115106-11.
5. KRIŽAJ, Dejan, JAN, Janja, VALENČIČ, Vojko. Modeling AC current conduction through a human tooth. *Bioelectromagnetics*, April 2004, vol. 25, no. 3, str. 185-195.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Osnove mehatronike
Course title:	Fundamentals of Mechatronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Energetika in mehatronika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64128

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Vanja Ambrožič

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni in izbirni- strokovni/compulsory and 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:

Definicija mehatronike in zasnova sinergične povezave elektronike, mehanike in rečunalniške tehnike. Primeri mehatronskih sistemov. Enačbe gibanja in modeliranje mehanskih sistemov. Mehanske komponente v mehatroniki. Ojačevalniki. Senzorji. Aktuatorji: elektromehanični, pnevmatski in hidravlični sistemi. Principi in snovanje vodenja mehatronskih sistemov. Krmilni sistemi v mehatroniki (programirljivi krmilniki, mikroprocesorski sistemi) in osnove delovanja: arhitektura, programska podpora, komunikacija. Analiza delovanja konkretnega mehatronskega sistema.

Content (Syllabus outline):

Definition of mechatronics and concept of synergic interaction between electronics, mechanics and computer engineerinf. Examples of mechatronic systems. Motion equations and modelling of mechanical systems. Mechanical components in mechatronics. Amplifiers. Sensors. Actuators: electromechanic, pneumatic and hydraulic systems. Principles, planning and management of mechatronic systems. Control systems in mechatronics (programmable logic controllers, microprocessor systems) and fundamentals of their operation: architecture, program support, communication. Analysis of operation of particular mechatronic system.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- Godfrey C. Onwubolu: Mechatronics - Principles and applications, Elsevier, 2005
- Rolf Isermann: Mechatronics systems - Fundamentals, Springer, 2005
- Control and Mechatronics, edited by B. M. Wilamowski and J. D. Irwin, CRC Press, 2011
- Vanja Ambrožič, David Nedeljković: Uvod u programirljive krmilne sisteme, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 2011

Cilji in kompetence:

Pridobitev osnovnih inženirskega znanja o električnih in neelektričnih gradnjikih mehatronskih sistemov ter o sintezi mehanskih, električnih in računalniških sistemov v zaključeno celoto.

Objectives and competences:

Acquirement of basic engineering knowledge on electric and non-electric components of mechatronic systems, as well as on the synthesis of mechanical, electrical and computer systems into the final product.

Predvideni študijski rezultati:**Znanje in razumevanje:**

Študent bo utrdil dosežena znanja iz mikroračunalniške tehnike, električnih strojev in merilne tehnike s stališča uporabnosti ter hkrati pridobil osnovni vpogled v področja, s katerimi se bo podrobnejše seznanil v nadalnjem šolanju. Na ta način bo osvojil splošna znanja in kulturo, ki je potrebna pri sodobnih multidisciplinarnih pristopih k reševanju inženirskih problemov.

Uporaba:

Študent razume in pozna delovanje komponenta mehatronskih sistemov, s poudarkom na procesnih krmilnikih, kjer bo samostojno programiral rešitve posameznih problemov.

Refleksija:

Študent bo kritično ocenjeval potrebe pri snovanju mehatronskih sistemov, zmožnosti krmilnega algoritma ter spoznal varnostne zahteve pri snovanju le-tega.

Prenosljive spremnosti:

Študent se bo pri izvajanju laboratorijskih vaj navajal na sistematični pristop in ustrezno dokumentiranje. Zaveda se kompleksnosti in multidisciplinarnosti mehatronskega sistema. Znanja, pridobljena pri tem predmetu, bo študent lahko nadgradil in uporabil za realizacijo najzahtevnejših mehatronskih sistemov.

Intended learning outcomes:**Knowledge and understanding:**

The student will consolidate his/her knowledge in microprocessor technics, electrical machines and measurement techniques from a point of view of applicability and thus will gain an insight into areas of studying at higher grades. With it, he/she will get general knowledge and technical culture needed for modern multidisciplinary approaches to solving engineering problems.

Application:

The student will get acquainted with components of mechatronic systems, with an emphasis on programmable controllers, where he/she will learn how to program solutions to various problems.

Reflection:

The student will critically evaluate requirements for mechatronic systems, possibilities of a control algorithm and will get acquainted with safety demands when programming it.

Transferable skills:

Through laboratory work, the student will accustom a systematic approach, appropriate documentation of ideas. He is aware of complexity and multidisciplinary nature of mechatronic systems. The student will be able to upgrade the knowledge, obtained within this course, for the realization of the most demanding mechatronic systems.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja (30 ur) ter projekti na vajah (30 ur).

Learning and teaching methods:

Lectures (30 hours) and group projects/exercises (30 hours). Foreign students: project/seminar.

Načini ocenjevanja:

Za pristop k izpitu mora kandidat imeti uspešno opravljene laboratorijske vaje in izdelano poročilo. 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:

Delež/Weight Assessment:

The candidate can take the exam only after accomplished laboratory work and written report on his/her laboratory work. 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. 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]
2. 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]

3. 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]
4. DROBNIČ, Klemen, NEMEC, Mitja, NEDELJKOVIĆ, David, AMBROŽIČ, Vanja. Predictive direct control applied to AC drives and active power filter. *IEEE transactions on industrial electronics*, ISSN 0278-0046. [Print ed.], Jun. 2009, vol. 56, no. 6, str. 1884-1893, ilustr. [COBISS.SI-ID 7112020]
5. NEMEC, Mitja, DROBNIČ, Klemen, NEDELJKOVIĆ, David, AMBROŽIČ, Vanja. Direct current control of a synchronous machine in field coordinates. *IEEE transactions on industrial electronics*, ISSN 0278-0046. [Print ed.], Oct. 2009, vol. 56, no. 10, str. 4052-4061, ilustr. [COBISS.SI-ID 7253844],

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Osnove mehatronike
Course title:	Fundamentals of Mechatronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64128

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Vanja Ambrožič

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni in izbirni- strokovni/compulsory and 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:

Definicija mehatronike in zasnova sinergične povezave elektronike, mehanike in rečunalniške tehnike. Primeri mehatronskih sistemov. Enačbe gibanja in modeliranje mehanskih sistemov. Mehanske komponente v mehatroniki. Ojačevalniki. Senzorji. Aktuatorji: elektromehanični, pnevmatski in hidravlični sistemi. Principi in snovanje vodenja mehatronskih sistemov. Krmilni sistemi v mehatroniki (programirljivi krmilniki, mikroprocesorski sistemi) in osnove delovanja: arhitektura, programska podpora, komunikacija. Analiza delovanja konkretnega mehatronskega sistema.

Content (Syllabus outline):

Definition of mechatronics and concept of synergic interaction between electronics, mechanics and computer engineerinf. Examples of mechatronic systems. Motion equations and modelling of mechanical systems. Mechanical components in mechatronics. Amplifiers. Sensors. Actuators: electromechanic, pneumatic and hydraulic systems. Principles, planning and management of mechatronic systems. Control systems in mechatronics (programmable logic controllers, microprocessor systems) and fundamentals of their operation: architecture, program support, communication. Analysis of operation of particular mechatronic system.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- Godfrey C. Onwubolu: Mechatronics - Principles and applications, Elsevier, 2005
- Rolf Isermann: Mechatronics systems - Fundamentals, Springer, 2005
- Control and Mechatronics, edited by B. M. Wilamowski and J. D. Irwin, CRC Press, 2011
- Vanja Ambrožič, David Nedeljković: Uvod u programirljive krmilne sisteme, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 2011

Cilji in kompetence:

Pridobitev osnovnih inženirskega znanja o električnih in neelektričnih gradnjikih mehatronskih sistemov ter o sintezi mehanskih, električnih in računalniških sistemov v zaključeno celoto.

Objectives and competences:

Acquirement of basic engineering knowledge on electric and non-electric components of mechatronic systems, as well as on the synthesis of mechanical, electrical and computer systems into the final product.

Predvideni študijski rezultati:**Znanje in razumevanje:**

Študent bo utrdil dosežena znanja iz mikroracunalniške tehnike, električnih strojev in merilne tehnike s stališča uporabnosti ter hkrati pridobil osnovni vpogled v področja, s katerimi se bo podrobnejše seznanil v nadalnjem šolanju. Na ta način bo osvojil splošna znanja in kulturo, ki je potrebna pri sodobnih multidisciplinarnih pristopih k reševanju inženirskih problemov.

Uporaba:

Študent razume in pozna delovanje komponenta mehatronskih sistemov, s poudarkom na procesnih krmilnikih, kjer bo samostojno programiral rešitve posameznih problemov.

Refleksija:

Študent bo kritično ocenjeval potrebe pri snovanju mehatronskih sistemov, zmožnosti krmilnega algoritma ter spoznal varnostne zahteve pri snovanju le-tega.

Prenosljive spremnosti:

Študent se bo pri izvajanju laboratorijskih vaj navajal na sistematični pristop in ustrezno dokumentiranje. Zaveda se kompleksnosti in multidisciplinarnosti mehatronskega sistema. Znanja, pridobljena pri tem predmetu, bo študent lahko nadgradil in uporabil za realizacijo najzahtevnejših mehatronskih sistemov.

Intended learning outcomes:**Knowledge and understanding:**

The student will consolidate his/her knowledge in microprocessor technics, electrical machines and measurement techniques from a point of view of applicability and thus will gain an insight into areas of studying at higher grades. With it, he/she will get general knowledge and technical culture needed for modern multidisciplinary approaches to solving engineering problems.

Application:

The student will get acquainted with components of mechatronic systems, with an emphasis on programmable controllers, where he/she will learn how to program solutions to various problems.

Reflection:

The student will critically evaluate requirements for mechatronic systems, possibilities of a control algorithm and will get acquainted with safety demands when programming it.

Transferable skills:

Through laboratory work, the student will accustom a systematic approach, appropriate documentation of ideas. He is aware of complexity and multidisciplinary nature of mechatronic systems. The student will be able to upgrade the knowledge, obtained within this course, for the realization of the most demanding mechatronic systems.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja (30 ur) ter projekti na vajah (30 ur).

Learning and teaching methods:

Lectures (30 hours) and group projects/exercises (30 hours). Foreign students: project/seminar.

Načini ocenjevanja:

Za pristop k izpitu mora kandidat imeti uspešno opravljene laboratorijske vaje in izdelano poročilo. 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:

Delež/Weight Assessment:

The candidate can take the exam only after accomplished laboratory work and written report on his/her laboratory work. 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. 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]
2. 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]

3. 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]
4. DROBNIČ, Klemen, NEMEC, Mitja, NEDELJKOVIĆ, David, AMBROŽIČ, Vanja. Predictive direct control applied to AC drives and active power filter. *IEEE transactions on industrial electronics*, ISSN 0278-0046. [Print ed.], Jun. 2009, vol. 56, no. 6, str. 1884-1893, ilustr. [COBISS.SI-ID 7112020]
5. NEMEC, Mitja, DROBNIČ, Klemen, NEDELJKOVIĆ, David, AMBROŽIČ, Vanja. Direct current control of a synchronous machine in field coordinates. *IEEE transactions on industrial electronics*, ISSN 0278-0046. [Print ed.], Oct. 2009, vol. 56, no. 10, str. 4052-4061, ilustr. [COBISS.SI-ID 7253844],

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Osnove programiranja
Course title:	Introduction to Computer Programming

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	1. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64104
---	-------

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

Nosilec predmeta/Lecturer:	Iztok Fajfar
----------------------------	--------------

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 študija	Enrolment in the year of the course
-----------------------	-------------------------------------

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
<p>Predmet najprej obravnava osnovne pojme računalnikov in računalniškega programiranja. V nadaljevanju se osredotoča na konkretnе programske jezike HTML, CSS in JavaScript, ob katerih se študent sreča s principi kodiranja, načrtovanja podatkov in algoritmov ter programiranja. Predmet je razdeljen na naslednja poglavja:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Uvod: <ul style="list-style-type: none"> -splošni principi programskih jezikov -načrtovanje, gradnja in preizkušanje programske opreme -Oblikovanje spletnih strani z jezikoma HTML in CSS: <ul style="list-style-type: none"> -zgradba dokumenta in osnovni elementi -osnovni principi oblikovanja s CSS -Programiranje spletnih strani z jezikom JavaScript: <ul style="list-style-type: none"> -spremenljivke -krmilni stavki -funkcije -dogodki 	<p>The subject first deals with basic principles of computers and computer programming. Later, it focuses on specific programming languages HTML, CSS and JavaScript, through which a student learns the principles of coding, data and algorithm design, and programming. The subject is divided into the following sections:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Introduction: <ul style="list-style-type: none"> -general principles of programming languages -design, building, and testing computer programs -Web design with HTML and CSS: <ul style="list-style-type: none"> -document structure and basic elements -basic design using CSS -Web programming with JavaScript: <ul style="list-style-type: none"> -variables -control statements -functions -events

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. I. Fajfar: XHTML in JavaScript za pokušino, Založba FE in FRI, 2005
2. Spletна stran W3 Schools (www.w3schools.com)
3. Mozilla Developer Network (developer.mozilla.org)
4. Matthew MacDonald, HTML5, The Missing Manual, O'Reilly, 2011
5. David Sawyer McFarland, CSS3, The Missing Manual, O'Reilly, 2013
6. John Pollock: JavaScript: A Beginner's Guide, Osborne McGraw-Hill, 2009

7. David Flanagan: JavaScript, The Definitive Guide, O'Reilly, 2011
8. David Sawyer McFarland, JavaScript, The Missing Manual, O'Reilly, 2012

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
<p>Študenti bodo obvladali osnove algoritemskega in sistemskega načina reševanja problemov. Naučili se bodo večin računalniškega programiranja in preizkušanja programskeih rešitev.</p> <p>Snov je zasnovana tako, da predstavlja podlago za učenje programskega jezika C.</p>	<p>Students will master basics of algorithm and system approach to problem solving. They will learn skills of computer programming and testing programming solutions.</p> <p>Subject is structured in a way that allows students to prepare for learning C programming language.</p>

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> -prepoznati različne komponente računalniškega programa -pojasniti vpliv strukturiranja podatkov na kompleksnost programske kode -izlučiti algoritem in identificirati podatke iz programa, zapisanega v konkretnem računalniškem jeziku -razviti preprost algoritem na podlagi seznama matematičnih zahtev ter ga implementirati v konkretnem računalniškem jeziku -ovrednotiti algoritmsko učinkovitost podanega algoritma -zgraditi spletno aplikacijo na podlagi podanih zahtev -presoditi, kako učinkovita je konkretna rešitev z vidika porabe sredstev, pravilnosti, in zanesljivosti delovanja, prijaznosti do uporabnika, ter možnosti vzdrževanja in nadgradnje 	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> -identify various components of a computer program -explain the influence of the structuring of data to the complexity of the program code -extract the algorithm and identify data from a computer program written in a specific programming language -develop a simple algorithm based on a list of mathematical requirements and implement it using a specific programming language -evaluate algorithmic efficiency of a given algorithm -build a web application based on some given requirements -evaluate the efficiency of a specific solution in terms of the usage of resources, correctness and reliability, user-friendliness, and maintainability

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, praktični prikazi, laboratorijske vaje, individualno delo z zahtevnejšimi študenti, uporaba spletnih tehnologij, domače naloge	Lectures, practical demonstrations, laboratory work, individual work with advanced students, web technologies, homeworks

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Laboratorijske vaje in domače naloge. Pismeni in ustni del izpita. Kandidat, ki je bil aktivno prisoten na vseh laboratorijskih vajah in je izkazal vsaj 85% uspešnost pri reševanju domačih nalog, se lahko udeleži pismenega dela izpita. Kandidat, ki na pismenem delu izpita zbere vsaj 50 % možnih točk, lahko pristopi k ustnemu delu izpita. Skupna končna ocena se oblikuje na podlagi ocene pismenega in ustnega dela izpita. Ocjenjevalna lestvica: Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Uspešno opravljene laboratorijske vaje in domače naloge (glej zgoraj) so pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k končni oceni: pisni izpit ustni izpit		<p>Laboratory practical work and homework assignments. Written and oral exam.</p> <p>Candidates which have been actively present at all of the scheduled practical laboratory classes and have completed given homework assignments with at least 85% success rate can take the written exam. Candidates are then eligible for the oral exam if they scored at least 50% or better in the written exam. The final grade is formed based on the success in the written and oral exams. Grading System:</p> <p>Negative grade is 5, positive grades are from 6 to 10. Successfully completed laboratory exercises and homework assignments (see above) is a prerequisite for the exam.</p> <p>Contributions to final grade: written exam oral exam</p>
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BÜRMEN, Arpad, TUMA, Tadej, FAJFAR, Iztok. Meta-optimisation on a high-performance computing system. Elektrotehniški vestnik, ISSN 2232-3228. [English print ed.], 2012, vol. 79, no. 5, str. 231-236
2. FAJFAR, Iztok, TUMA, Tadej, PUHAN, Janez, OLENŠEK, Jernej, BÜRMEN, Arpad. Towards smaller populations in differential evolution = K manjšim populacijam v diferencialni evoluciji. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, sep. 2012, letn. 42, št. 3, str. 152-163
3. FAJFAR, Iztok, PUHAN, Janez, TOMAŽIČ, Sašo, BÜRMEN, Arpad. On selection in differential evolution. Elektrotehniški vestnik, ISSN 2232-3228. [English print ed.], 2011, vol. 78, no. 5, str. 275-280
4. PUHAN, Janez, BÜRMEN, Arpad, TUMA, Tadej, FAJFAR, Iztok. Teaching assembly and C language concurrently. International journal of electrical engineering education, ISSN 0020-7209, Apr. 2010, vol. 47, no. 2, str. 120-131
5. FAJFAR, Iztok, TUMA, Tadej, BÜRMEN, Arpad, PUHAN, Janez. A top down approach to teaching embedded systems programming = Pristop k učenju programiranja vgrajenih sistemov z vrha navzdol. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2009, letn. 39, št. 1, str. 53-60

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Osnove robotike
Course title:	Introduction to Robotics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Avtomatika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64126
---	-------

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

Nosilec predmeta/Lecturer:	Marko Munih
----------------------------	-------------

Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni in izbirni – strokovni /Compulsory and elective professional
-----------------------------	--

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

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

Vpis v letnik študija, opravljeni izpiti Matematika I/II, Mehanika in temodinamika.	Enrolment in the year of the course, exams passed in Mathematics I/II, Mechanics and termodynamics
---	--

Vsebina:

Uvod (prostostne stopnje, robotski manipulator, robotske roke, robotsko zapestje in prijemo, robotski delovni prostor); Homogene transformacije (položaj, orientacija, lega, premik, perspektiva); Skalarni Denavit-Hartenbergov geometrijski model robotskega mehanizma (cilindrični, sferični, SCARA, antropomorfni robotski manipulator, sferično zapestje). Vektorski geometrijski model robotskega mehanizma (cilindrični, sferični, SCARA, antropomorfni robotski manipulator, sferično zapestje). Inverzni geometrijski model robotskega mehanizma. Rotacija in orientacija v prostoru (Eulerjevi in RPY koti, Rodriguesova formula, kvaternioni).

Content (Syllabus outline):

Introduction (industrial robot manipulator, robot vehicles, man-robot systems, biologically inspired robots, serial chain of segments and joints); Homogenous transformations (position, orientation, pose, traslation, perspective); Scalar Denavit-Hartemberg geometric model of robot mechanism (cylindrical, spherical, SCARA, anthropomorphic, spheric wrist); Vector model of robot mechanism (cylindrical, spherical, SCARA, anthropomorphic, spheric wrist); Inverse geometry model of robot mechanism, Rotation and orientation (Euler and RPY angles, Rodrigues formula, quaternions).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. T. Bajd, M. Mihelj, M. Munih: Introduction to robotics, Springer, 2013.
2. T. Bajd, J. Lenarčič, M. Mihelj, A. Stanovnik, M. Munih: Robotics, Springer, 2010.
3. T. Bajd, M. Mihelj, M. Munih: Osnove robotike, Založba FE in FRI, 2011.
4. J.B. Kuipers: Quaternions and Rotation Sequences, Princeton University Press, Princeton, 1999.
5. L. Sciavicco, B. Siciliano: Robotics: Modelling, Planning and Control, Springer, 2009.

Cilji in kompetence:

Osnove robotike so predmet, kjer se študent prvič sreča z roboti. Obravnavajo geometrijske modele robotskih mehanizmov, vendar na tako splošen način, da je

Objectives and competences:

Introduction to robotics is a course, where the student first meets the robots. The course deals with geometrical models of robot mechanisms in a very

pridobljeno znanje uporabno tudi pri razvoju in uporabi programskih orodij navideznih okolij, strojnega vida in računalniške grafike. Pri praktičnem delu predmeta se študentje v manjših skupinah temeljito naučijo programirati sodobne industrijske robote in uporabljati robotska CAD okolja.

general way that the knowledge is efficiently used also in problems on the fields of virtual environment, machine vision and computer graphics. For the lab part of the course students are grouped into small groups to acquire skills in industrial robot programming and use of robotic CAD tools.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:

- opisati industrijske robe,
- prepozнатi različne načine opisa orientacije in rotacije,
- razviti kinematične modele serijskega mehanizma,
- uporabiti Denavit-Hartenbergov geometrijski model, vektorski model in kvaternione pri kinematičnih preračunih,
- upravljati robe ter zasnovati osnovne robotske programe na obstoječih industrijskih roboteh, sodelujočih roboteh, mobilnih in humanoidnih roboteh,
- primerjati v simulacijskem paketu zasnovan program z delovanjem na pravem robetu.

Intended learning outcomes:

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

- describe industrial robots,
- recognize various ways of orientation and rotation description,
- develop kinematic models of serial mechanism,
- use Denavit-Hartemberg geometry model, vector model and quaternions for kinematic calculations,
- operate robots and design basic robot programs on existing industrial, cooperative, mobile and humanoid robots,
- compare the simulation generated robot program with execution on a real robot.

Metode poučevanja in učenja:

Študenti imajo na voljo skripta z zgoščeno vsebino predmeta. Na predavanjih je predstavljeno večje število primerov za vsako obravnavano poglavje. Nekatera področja uporabe robotov so posebej predstavljena v "video predavanjih" (robotika v medicini, razvedrilna robotika, hodeči roboti, mobilni roboti, robotska prijemala, servisna robotika, robotski vid, rehabilitacijska robotika). Redno so vabljeni predavatelji iz slovenske industrije in raziskovalnih inštitutov. Občasno so vabljeni tudi tuji predavatelji. Praktične vaje potekajo na večjem številu sodobnih industrijskih robotev. Študentje dela v manjših skupinah. Posebna pozornost je posvečena varnosti pri delu z robotom.

Learning and teaching methods:

Students have available books with condensed content. Within the lectures there is presented larger number of cases for each chapter. Some robot areas are presented by using "video lectures" (robots in medicine, entertainment robotics, walking robots, mobile robots, robot grippers, service robotics, robot vision, rehabilitation robotics). Regularly are invited speakers from Slovenian industry and research institutes. Occasionally are invited speakers from abroad. Lab exercises offer also work on larger number of modern industrial robots. Students cooperate in smaller groups. Special care is taken to a security issues in proximity with robots.

Načini ocenjevanja:

Delež/Weight Assessment:

Laboratorijske vaje in pisni izpit: od 6 do 10 pozitivno, 5 je negativna ocena. Zahtevana je obvezna prisotnost pri praktičnih vajah, kjer se razumevanje ugotavlja z ustnim pogovorom. Pismeni izpit obsegata reševanje primerov: opis premikov teles s homogenimi transformacijami, geometrijski modeli standardnih robotskih rok, opis rotacije in orientacije teles z in kvaternioni.		Lab practice and written exam: from 6 to 10 positive, negative grade is 5. Presence during practical exercises is obligatory, the level of understanding is established through conversation. The written exam contains problem solving: description of body displacements, geometrical models for standard robot arms, description of rotation and orientation and quaternions.
izpit	50,00 %	exam
vaje	50,00 %	lab

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, KOVACIČ, 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. RIHAR, Andraž, MIHELJ, Matjaž, KOLAR, Janko, PAŠIČ, Jure, MUNIH, Marko. Sensory data fusion of pressure mattress and wireless inertial magnetic measurement units. *Medical & biological engineering & computing*, ISSN 0140-0118. 2015, vol. 53, no. 2, str. 123-135.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Osnove robotike
Course title:	Introduction to Robotics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64126
---	-------

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

Nosilec predmeta/Lecturer:	Marko Munih
----------------------------	-------------

Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni in izbirni – strokovni / /Compulsory and elective professional
-----------------------------	--

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

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

Vpis v letnik študija, opravljeni izpiti Matematika I/II, Mehanika in temodinamika.	Enrolment in the year of the course, exams passed in Mathematics I/II, Mechanics and termodynamics Enrolment in the year of the course, exams passed in Mathematics I/II, Mechanics and termodynamics
---	--

Vsebina:

Uvod (prostostne stopnje, robotski manipulator, robotske roke, robotsko zapestje in prijemalo, robotski delovni prostor); Homogene transformacije (polozaj, orientacija, lega, premik, perspektiva); Skalarni Denavit-Hartenbergov geometrijski model robotskega mehanizma (cilindrični, sferični, SCARA, antropomorfni robotski manipulator, sferično zapestje). Vektorski geometrijski model robotskega mehanizma (cilindrični, sferični, SCARA, antropomorfni robotski manipulator, sferično zapestje). Inverzni geometrijski model robotskega mehanizma. Rotacija in orientacija v prostoru (Eulerjevi in RPY koti, Rodriguesova formula, kvaternioni).

Content (Syllabus outline):

Introduction (industrial robot manipulator, robot vehicles, man-robot systems, biologically inspired robots, serial chain of segments and joints); Homogenous transformations (position, orientation, pose, traslation, perspective); Scalar Denavit-Hartemberg geometric model of robot mechanism (cylindrical, spherical, SCARA, antropomorphic, spheric wrist); Vector model of robot mechanism (cylindrical, spherical, SCARA, anthropomorphic, spheric wrist); Inverse geometry model of robot mechanism, Rotation and orientation (Euler and RPY angles, Rodrigues formula, quaternions).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. T. Bajd, M. Mihelj, M. Munih: Introduction to robotics, Springer, 2013.
2. T. Bajd, J. Lenarčič, M. Mihelj, A. Stanovnik, M. Munih: Robotics, Springer, 2010.
3. T. Bajd, M. Mihelj, M. Munih: Osnove robotike, Založba FE in FRI, 2011.
4. J.B. Kuipers: Quaternions and Rotation Sequences, Princeton University Press, Princeton, 1999.
5. L. Sciavicco, B. Siciliano: Robotics: Modelling, Planning and Control, Springer, 2009.

Cilji in kompetence:

Objectives and competences:

Osnove robotike so predmet, kjer se študent prvič sreča z roboti. Obravnavajo geometrijske modele robotskih mehanizmov, vendar na tako splošen način, da je pridobljeno znanje uporabno tudi pri razvoju in uporabi programskih orodij navideznih okolij, strojnegavida in računalniške grafike. Pri praktičnem delu predmeta se študentje v manjših skupinah temeljito naučijo programirati sodobne industrijske robote in uporabljati robotska CAD okolja.	Introduction to robotics is a course, where the student first meets the robots. The course deals with geometrical models of robot mechanisms in a very general way that the knowledge is efficiently used also in problems on the fields of virtual environment, machine vision and computer graphics. For the lab part of the course students are grouped into small groups to acquire skills in industrial robot programming and use of robotic CAD tools.
--	--

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni: <ul style="list-style-type: none"> - opisati industrijske robe, - prepozнатi različne načine opisa orientacije in rotacije, - razviti kinematicne modele serijskega mehanizma, - uporabiti Denavit-Hartenbergov geometrijski model, vektorski model in kvaternione pri kinematicnih preračunih, - upravljati robe ter zasnovati osnovne robotske programe na obstoječih industrijskih robottih, sodelujočih robottih, mobilnih in humanoidnih robottih, - primerjati v simulacijskem paketu zasnovan program z delovanjem na pravem robottu. 	After successful completion of the course, students should be able to: <ul style="list-style-type: none"> - describe industrial robots, - recognize various ways of orientation and rotation description, - develop kinematic models of serial mechanism, - use Denavit-Hartemberg geometry model, vector model and quaternions for kinematic calculations, - operate robots and design basic robot programs on existing industrial, cooperative, mobile and humanoid robots, - compare the simulation generated robot program with execution on a real robot.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Študenti imajo na voljo skripta z zgoščeno vsebino predmeta. Na predavanjih je predstavljeno večje število primerov za vsako obravnavano poglavje. Nekatera področja uporabe robottov so posebej predstavljena v "video predavanjih" (robotika v medicini, razvedrilna robotika, hodeči robotti, mobilni robotti, robotska prijemala, servisna robotika, robotski vid, rehabilitacijska robotika). Redno so vabljeni predavatelji iz slovenske industrije in raziskovalnih inštitutov. Občasno so vabljeni tudi tuji predavatelji. Praktične vaje potekajo na večjem številu sodobnih industrijskih robottov. Študentje delajo v manjših skupinah. Posebna pozornost je posvečena varnosti pri delu z robotti.	Students have available books with condensed content. Within the lectures there is presented larger number of cases for each chapter. Some robot areas are presented by using "video lectures" (robots in medicine, entertainment robotics, walking robots, mobile robots, robot grippers, service robotics, robot vision, rehabilitation robotics). Regularly are invited speakers from Slovenian industry and research institutes. Occasionally are invited speakers from abroad. Lab exercises offer also work on larger number of modern industrial robots. Students cooperate in smaller groups. Special care is taken to a security issues in proximity with robots.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Laboratorijske vaje in pisni izpit: od 6 do 10 pozitivno, 5 je negativna ocena. Zahtevana je obvezna prisotnost pri praktičnih vajah, kjer se razumevanje ugotavlja z ustnim pogovorom. Pismeni izpit obsega reševanje primerov: opis premikov teles s homogenimi transformacijami, geometrijski modeli standardnih robotskih rok, opis rotacije in orientacije teles z in kvaternioni.		Lab practice and written exam: from 6 to 10 positive, negative grade is 5. Presence during practical exercises is obligatory, the level of understanding is established through conversation. The written exam contains problem solving: description of body displacements, geometrical models for standard robot arms, description of rotation and orientation and quaternions.
izpit	50,00 %	exam
vaje	50,00 %	lab

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. RIHAR, Andraž, MIHELJ, Matjaž, KOLAR, Janko, PAŠIČ, Jure, MUNIH, Marko. Sensory data fusion of pressure mattress and wireless inertial magnetic measurement units. *Medical & biological engineering & computing*, ISSN 0140-0118. 2015, vol. 53, no. 2, str. 123-135.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Polprevodniška elektronika
Course title:	Semiconductor Electronics

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	2. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64118

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			85	7

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:

Vrste in lastnosti polprevodnikov. Električni toki v polprevodniku. Generacije in rekombinacije. Polprevodniška dioda s pn-spojem: idealna in realna tokovno-napetostna karakteristika, model diode pri krmiljenju z majhnimi signali, prebojna napetost, vzbujanje diode z velikimi signali, stikalne lastnosti diode. Druge diodne zgradbe: tunelska dioda, dioda kovina-polprevodnik (Schottky-jeva dioda), heterospojna dioda. Primeri uporabe diod. Bipolarni tranzistor: tokovno-napetostne karakteristike, modeli bipolarnega tranzistorja pri majhnih in velikih signalih, visokofrekvenčne lastnosti tranzistorja, tranzistor kot stikalo, primeri uporabe bipolarnih tranzistorjev. Spojni FET in MOST, tokovno-napetostne karakteristike, modeli unipolarnih tranzistorjev, primeri uporabe unipolarnih tranzistorjev, CMOS-invertor. Močnostni polprevodniški elementi: pnpn-dioda, diak, tiristor, triak, IGBT. Fotonski polprevodniški elementi: absorpcija svetlobe, svetleče diode, laserske diode, fotodetektorji: fotoupor, fotodioda, pin-fotodioda, plazovna fotodioda, fototranzistor, sončne celice. Nanoelektronika in nanotehnologije: osnovne definicije, trendi na področju nanoznanosti, nanoprevodniki, transportne lastnosti polprevodniških nanostruktur, nanoelementi.

Content (Syllabus outline):

Classifications of semiconductors. Carrier transport phenomena. Carrier generation and recombination. The pn junction diode: ideal and nonideal current-voltage relationship, small-signal model of the pn junction, junction breakdown, diode transients. Special diode types: the tunnel diode, the Schottky barrier diode, hetero-junction diode. Examples of the use of diodes. The bipolar transistor: current-voltage relationship, the modes of operation, amplification with bipolar transistors, equivalent circuit models, frequency limitations, large-signal switching, basic single-stage amplifier configurations, basic logic inverter. The JFET and the MOSFET, current-voltage relationship, small-signal equivalent circuit, basic configurations of single-stage amplifiers, the CMOS digital logic inverter. Semiconductor power devices: pnpn diode, diac, thyristor, triac, IGBT. Optical devices: optical absorption, light emitting diodes, laser diodes, photodetectors: photoconductor, photodiode, pin photodiode, avalanche photodiode, phototransistor, solar cells. Nanoelectronics and nanotechnology: basic definitions, trends in the field of nanoelectronics, nanoconductors, transport properties of semiconductor nanostructures, nanodevices.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Franc Smole, Polprevodniška elektronika, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2017.
2. Smole F., Topič M., Elementi polprevodniške elektronike, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2014.
3. Donald A. Neamen, Semiconductor Physics and Devices, University of New Mexico, McGraw-Hill, 2011.
4. S. M. Sze, Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, Inc., 2006.
5. S. O. Kasap, Optoelectronics and Photonics, Prentice Hall, Inc., 2013.
6. William A. Goddard, Donald W. Brenner, Sergey Edward Lyshevski, Gerald J. Iafrate, Nanoscience, Engineering, and Technology, CRC Press LLC, 2012.
7. George W. Hanson, Fundamentals of Nanoelectronics, Pearson Prentice Hall, 2008.

Cilji in kompetence:

Usvojiti zgradbe, delovanje in lastnosti polprevodniških elektronskih elementov ter na primeru osnovnih povezav elementov prikazati glavne namene uporabe. Poznavanje polprevodniških elementov je pomembno za razumevanje analogne in digitalne elektronike, močnostne elektronike, optoelektronike, fotonike in razvijajoče se nanoelektronike.

Objectives and competences:

To comprehend structures, basic principles of operation and properties of semiconductor devices and present the main purposes of applications on examples of basic configurations. Knowledge of semiconductor devices is important for the understanding of the analog and digital electronics, power electronics, optoelectronics, photonics and emerging nanoelectronics.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno zaključenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- razložiti energijske razmere in koncentracije prostih nabojev v čistem in dopiranem polprevodniku,
- opisati kontinuiteto koncentracij nosilcev in električne tokove v polprevodniku,
- razložiti fizikalna dogajanja v pn-spoju v termičnem ravnovesju in pri priključeni zunanjih napetosti,
- opredeliti tokovno-napetostne in frekvenčne omejitve diode,
- razložiti lastnosti bipolarnega tranzistorja v različnih območjih delovanja,
- oceniti omejitve pri izbiri bipolarnega tranzistorja za različne namene uporabe,
- razložiti delovanje in prednosti unipolarnih tranzistorjev,
- pojasniti delovanje in praktično uporabnost močnostnih polprevodniških elementov,
- opisati osnovne fizikalne mehanizme (absorpcija, spontana in stimulirana emisija) v fotonskih elementih,
- zagovarjati nanoelektroniko kot novo razvojno dobo elektronike.

Intended learning outcomes:

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

- explain the energy distribution and concentrations of free charges in intrinsic or doped semiconductors,
- describe the continuity of carrier concentrations and electrical currents in a semiconductor,
- explain physical phenomena in a pn-junction in thermal equilibrium and under external voltage,
- define the current-voltage and frequency constraints of diodes,
- explain the properties of a bipolar transistor in the various regimes of operation,
- evaluate the constraints in selecting a bipolar transistor for various applications,
- explain the operation and benefits of unipolar transistors,
- explain the operation and applications of power semiconductor devices,
- describe basic physical phenomena (absorption, spontaneous and stimulated emission) in photonic devices,
- defend nanoelectronics as a new developmental era of electronics.

Metode poučevanja in učenja:

Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnnavanih poglavij, na avditorskih vajah so prikazane rešitve praktičnih primerov. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj.

Learning and teaching methods:

The lectures provide a theoretical background on particular subjects, practical examples are presented at auditory practise. Practical work is being performed in the laboratory environment.

Načini ocenjevanja:

Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit.
Opravljeni laboratorijski vaje so pogoj za pristop k končnemu izpitu. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne.
Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit

Delež/Weight Assessment:

Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Conducted laboratory assignments present a condition for undertaking the final exam. Negative grade is 5, positive grades: from

		6 to 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. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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:	Programiranje mikrokontrolnikov
Course title:	Programming of Microcontrollers

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektrotehnika (študijski program)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64108

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Iztok Fajfar

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 študija	Enrolment in the year of the course
-----------------------	-------------------------------------

Vsebina:

Predmet je logično nadaljevanje predmeta Osnove programiranja, čeprav ga je mogoče poslušati tudi neodvisno od Osnov programiranja. Razdeljen je na tri osnovne sklope:
 -Uvod v jezik C s poudarkom na razlike med jezikoma C in JavaScript:
 -skriptni jeziki in prevajalniki
 -operacijski sistemi
 -operatorji
 -podatkovni tipi
 -objekti in spremenljivke
 -Programski jezik C:
 -podatkovne strukture
 -programske tehnike
 -niženivojske operacije
 -Učni sistem Arduino:
 -osnove vgrajenih sistemov
 -priklop in krmiljenje perifernih naprav
 -večopravilni sistemi in sistemi v realnem času
 -osnovni mehanizem prekinitiv

Content (Syllabus outline):

The subject is a logical continuation of the Introduction to computer programming although it can be regarded as an independent unit as well. It is sectioned into three main topics:
 -Introduction to C programming with emphasis on differences between C and JavaScript:
 -script languages and compilers
 -operating systems
 -operators
 -data types
 -objects and variables
 -C programming language
 -data structures
 -programming techniques
 -low-level operations
 -Learning board Arduino
 -basics of embedded systems
 -connecting and control of peripheral devices
 -multitasking and real-time systems
 -basic interrupt mechanism

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. I. Fajfar: Uvod v programske jezike C, zapiski predavanj, 2014
2. S. G. Kochan: Programming in C (4th Edition), 2014
3. K. N. King: C Programming - A Modern Approach, 2008
4. H. Schildt: Teach Yourself C, McGraw-Hill, 1997
5. R. P. Halpern: C for Yourself: Learning C Using Experiments, Oxford University Press, 1997

5. How C Programming Works (www.howstuffworks.com)
 6. Spletna stran, www.cprogramming.com

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študenti bodo osvojili osnovno znanje programskega jezika C. Spoznali bodo osnovne principe delovanja mikrokontrolnikov, priključevanja naprav ter osnovnih načel sistemov v realnem času	Students will have basic knowledge of C programming language. They will learn basic microcontroller principles, device connecting and basic real time systems principles.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> -našteti in opisati osnovne komponente mikroravnalniškega sistema -razložiti pomen in način delovanja osnovnih ravnalniških komponent -pojasniti moteče fizikalne pojave, ki jih lahko obvladamo s programskimi rešitvemi -prepoznati izzive, ki jih prinašajo vgrajeni sistemi, večopravilni sistemi in sistemi, ki delujejo v realnem času -razviti preprost vgrajen sistem -ovrednotiti pomen časovne in pomnilniške učinkovitosti programske rešitve -zgraditi zanesljiv sistem, ki deluje v realnem času -oceniti učinkovitost konkretno rešitve z vidika porabe sredstev, končne cene, pravilnosti, in zanesljivosti delovanja, ter možnosti vzdrževanja in nadgradnje 	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> -list and describe basic components of a microcomputer system -explain the role of the basic computer components and how they work -explain disturbing physical phenomena that can be solved using programmatic solutions -identify the challenges that come with embedded, multitasking, and real-time systems -develop a simple embedded system -evaluate the significance of time and memory efficiency of a program solution -build a reliable real-time system -evaluate the efficiency of a specific solution in terms of the usage of resources, market price, reliability and maintainability

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, praktični prikazi, laboratorijske vaje, individualno delo z zahtevnejšimi študenti, uporaba spletnih tehnologij, domače naloge	Lectures, practical demonstrations, laboratory work, individual work with advanced students, web technologies, homeworks

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Laboratorijske vaje in domače naloge. Pismeni in ustni del izpita. Kandidat, ki je bil aktivno prisoten na vseh laboratorijskih vajah in je izkazal vsaj 85% uspešnost pri reševanju domačih nalog, se lahko udeleži pismenega dela izpita. Kandidat, ki na pismenem delu izpita zbere vsaj 50 % možnih točk, lahko pristopi k ustnemu delu izpita. Skupna končna ocena se oblikuje na podlagi ocene pismenega in ustnega dela izpita. Ocjenjevalna lestvica: Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Uspešno opravljene laboratorijske vaje in domače naloge (glej zgoraj) so pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k končni oceni: pisni izpit ustni izpit		Laboratory practical work and homework assignments. Written and oral exam. Candidates which have been actively present at all of the scheduled practical laboratory classes and have completed given homework assignments with at least 85% success rate can take the written exam. Candidates are then eligible for the oral exam if they scored at least 50% or better in the written exam. The final grade is formed based on the success in the written and oral exams. Grading System: Negative grade is 5, positive grades are from 6 to 10. Successfully completed laboratory exercises and homework assignments (see above) is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: written exam oral exam
pisni izpit	50,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BÜRMEN, Arpad, TUMA, Tadej, FAJFAR, Iztok. Meta-optimisation on a high-performance computing system. Elektrotehniški vestnik, ISSN 2232-3228. [English print ed.], 2012, vol. 79, no. 5, str. 231-236
2. FAJFAR, Iztok, TUMA, Tadej, PUHAN, Janez, OLENŠEK, Jernej, BÜRMEN, Arpad. Towards smaller populations in differential evolution = K manjšim populacijam v diferencialni evoluciji. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, sep. 2012, letn. 42, št. 3, str. 152-163
3. FAJFAR, Iztok, PUHAN, Janez, TOMAŽIČ, Sašo, BÜRMEN, Arpad. On selection in differential evolution. Elektrotehniški vestnik, ISSN 2232-3228. [English print ed.], 2011, vol. 78, no. 5, str. 275-280
4. PUHAN, Janez, BÜRMEN, Arpad, TUMA, Tadej, FAJFAR, Iztok. Teaching assembly and C language concurrently. International journal of electrical engineering education, ISSN 0020-7209, Apr. 2010, vol. 47, no. 2, str. 120-131
5. FAJFAR, Iztok, TUMA, Tadej, BÜRMEN, Arpad, PUHAN, Janez. A top down approach to teaching embedded systems programming = Pristop k učenju programiranja vgrajenih sistemov z vrha navzdol. Informacije MIDEM, ISSN 0352-9045, mar. 2009, letn. 39, št. 1, str. 53-60

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Računalniška simulacija
Course title:	Computer Simulation

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Avtomatika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64133
---	-------

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

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:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
<p>Uvod: definicije, modeliranje in simulacija kot enovit ciklični postopek, uporabnost na področju vodenja sistemov.</p> <p>Osnove modeliranja: ravnotežni zakoni, teoretično in eksperimentalno modeliranje, značilni primeri.</p> <p>Vrste modelov in simulacij: zvezna, diskretna-dogodkovna, hibridna, simulacija v realnem času.</p> <p>Metode za simulacijo: indirektna in implicitna metoda, simulacija prenosnih funkcij - vgnezdena in delitvena metoda, simulacija sistemov z velikimi zakasnitvami.</p> <p>Orodja za simulacijo: osnovne lastnosti dobrih orodij.</p> <p>Simulacija s pomočjo osnovnih funkcij okolja Matlab.</p> <p>Simulacija v okolju Matlab-Simulink: osnovne zmožnosti, zahtevnejše zmožnosti: podsistemi in maskiranje, pogojno izvršljivi sistemi, analiza in optimizacija modelov podanih s Simulink shemo: izvajanje Simulink modela iz okolja Matlab, linearizacija, analiza ustaljenega stanja, optimizacija, S-funkcije.</p> <p>Več- domensko, objektno-orientirano modeliranje: kavzalno in nekavzalno modeliranje, pomembne lastnosti OO okolij. Jezik Modelica, standardne knjižnice, okolja Modelica, okolje Dymola.</p> <p>Kako deluje digitalna simulacija. Numerično integriranje, vrstni algoritem. Simulacija s pomočjo splošno namenskih programskej jezikov.</p> <p>Numerični postopki in njih problematika: integracijske metode, numerična stabilnost, problem nezveznosti, problem algebrajske zanke.</p>	<p>Introduction: definitions, modelling and simulation as a unified cyclic procedure, applicability in the field of control systems.</p> <p>Basics of modelling: balance equations, theoretical and experimental modelling, examples.</p> <p>Types of models and simulations: continuous, discrete-event, hybrid, simulation in real time.</p> <p>Simulation methods: indirect and implicit method, simulation of transfer functions - nested and partitioned method, simulation systems with large delays.</p> <p>Simulation tools: the basic features.</p> <p>Simulation using the basic functions of Matlab environment.</p> <p>Simulation in Matlab - Simulink: basic capabilities, advanced capabilities: subsystems and masking, conditionally executable systems, analysis and optimization of Simulink models: execution of Simulink models from Matlab, linearization, steady state analysis, optimization, S- functions.</p> <p>Multi-domain, object-oriented modelling: causal and non-causal models, important properties of OO environments. Language Modelica, a standard library, Modelica environments, Dymola environment.</p> <p>How digital simulation works. Numerical integration, sorting algorithm, simulation using general purpose programming languages.</p>

<p>Simulacija sistemov diskretnih dogodkov. Strategija proženja z dogodkovnimi grafi in procesnimi tokovi. Primeri v okoljih Matlab, SimEvents, Enterprise Dynamics, AnyLogic. Statistične značilnosti. Inženirski pristop v eksperimentalnem modeliranju. Eksperimentalno modeliranje proporcionalnih in integrirnih procesov. Inženirsko razumevanje odzivov in poenostavljenih modelov.</p>	<p>Numerical methods and problems: integration methods, numerical stability, the problem of discontinuities, the problem of algebraic loops. Simulation of discrete-event systems. The strategy of the triggering with event graphs and process flows, examples with Matlab, SimEvents, Enterprise Dynamics, AnyLogic. Statistical features in discrete event modelling and simulation. Engineering approach in experimental modelling. Experimental modelling of proportional and integral processes. Engineering understanding of the responses and simplified models.</p>
--	--

Temeljna literatura in viri/Readings:

Osnovna/basic

1. B. Zupančič, Računalniška simulacija, učbenik v delovni verziji, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2017.
2. B. Zupančič, Modelica, učbenik v delovni verziji, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2017.
3. B. Zupančič, R. Karba, D. Matko, I. Škrjanc, Simulacija dinamičnih sistemov, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko , 2010.
4. J.B. Dabney, T.L. Harman , Mastering SIMULINK , Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., USA, 200
5. S. Oblak, I. Škrjanc, Matlab s Simulinkom : priročnik za laboratorijske vaje, 1. izdaja, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 200

Dodatna/additional

1. D. Matko, B. Zupančič, R. Karba , Simulation and Modelling of Continuous Systems - A Case Study Approach, Prentice Hall, 1992.
 2. Dymola, Dynamic Modeling Laboratory, Users manual, ver 2014 FD01. Dassault Systems, Dynasim AB, Sweden, Lund, 2013.
 3. R. Karba, Modeliranje procesov, 1. izdaja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1999.
 4. F.E. Cellier, Continuous System Modeling, Springer - Verlag, NY, USA, 1991.
 5. F.E. Cellier, E. Kofman, Continuous System Simulation, Springer Science+Business Media, Inc., NY, USA, 2006
 6. P. Fritzson, Principles of Object Oriented Modeling and Simulation with Modelica 2.1, IEEE Press, John Wiley&Sons, Inc., Publication, USA, 2004
- S. Raczyński, Modeling and Simulation, John Wiley & Sons, Ltd., England, 2006

Cilji in kompetence:

Računalniška simulacija je najpomembnejši, najsplošnejši pa tudi relativno enostaven pristop pri analizi in načrtovanju sistemov in tudi sistemov vodenja. Osnovni cilj je predstavitev področja na zanimiv način preko številnih primerov in z uporabo računalniških orodij. Študenti bodo spoznali osnovne pristope pri modeliranju predvsem zveznih, pa tudi dogodkovnih sistemov, osnovne pristope pri simulaciji, spoznali bodo osnovne in naprednejše zmožnosti računalniških orodij, seznanili pa se bodo tudi z numerično problematiko pri simulaciji.

Objectives and competences:

Computer simulation is the most important, the most common but also relatively simple approach for the analysis and design of systems, also control systems. The basic objective is to present areas in an interesting way through a series of examples and using computer tools. Students will learn the basic approaches to modelling of continuous systems as well as discrete event systems, the basic approaches to simulation, they learn the basic and advanced capabilities of computer tools and become familiar with numerical problems in digital simulation.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:
 -razviti matematične modele enostavnih procesov s teoretičnim modeliranjem,
 -razviti matematične modele enostavnih procesov z inženirskim pristopom eksperimentalnega modeliranja,
 -pojasniti, kako deluje digitalna simulacija,
 -izbrati računalniško orodje za modeliranje in simulacijo,

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course students should be able to:
 -develop mathematical models of simple processes with theoretical modelling,
 -develop mathematical models of simple processes with an engineering approach of experimental modelling,
 - to explain how digital simulation works,
 - to select a computer tool for modelling and simulation,

-uporabiti računalniški orodji za modeliranje in simulacijo: Matlab-Simulink in Dymola-Modelica, -razviti tudi zahtevnejše simulacijske modele v okolju Matlab-Simulink, Dymola-Modelica ali v splošnonamenskem programskem jeziku, -izbrati ustrezeni numerični integracijski postopek.	-use computer tools for modelling and simulation: Matlab-Simulink and Dymola-Modelica, - to develop even more demanding simulation models in the Matlab-Simulink, Dymola-Modelica or in the general-purpose programming language, - to choose the appropriate numerical integration algorithm.
--	---

Metode poučevanja in učenja: Predavanja in laboratorijske vaje.	Learning and teaching methods: Lectures and 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).		Examination during lectures Laboratory exercises Oral exam Grades are 5 (fail), 6-10 (pass).
Preverjanje znanja med predavanji	10,00 %	Examination during lectures
Laboratorijske vaje	40,00 %	Laboratory exercises
Ustni izpit	50,00 %	Oral exam

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.). <i>Eurosim 2013</i> . [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.). <i>Transactions of IMACS</i> , (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.
5. TROBEC LAH, Mateja, ZUPANČIČ, Borut, KRAINER, Aleš. Fuzzy control for the illumination and temperature comfort in a test chamber. Building and environment, ISSN 0360-1323, 2005, letn. 40, št. 12, str. 1626-1637.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Regulacijska tehnika
Course title:	Control Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Energetika in mehatronika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64156

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

Nosilec predmeta/Lecturer: David Nedeljković, 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:

Formalni pogoj: vpis v 3. letnik univerzitetnega študijskega programa Elektrotehnika; sicer so potrebna predznanja, pridobljena pri predmetih iz matematike, fizike, osnov elektrotehnike, meritev in električnih strojev. Za pristop k izpitu mora kandidat imeti uspešno opravljene laboratorijske vaje in izdelano poročilo z le-teh. Laboratorijske vaje morajo potekati v skupinah z manjšim številom študentov zaradi povišane nevarnosti (visoka napetost, vrteči se deli).	Enrolment in the study year. Knowledge of Mathematics I-IV, Physics I-II, Electrical Engineering Fundamentals I-II, Measurements, Electrical Machines. Before taking the exam the student has to accomplish the laboratory work and to prepare the corresponding report. Laboratory work must be carried out in groups with a small number of students due to the increased danger (high voltage and rotating parts).
--	--

Vsebina:

Linearni sistemi in njihovo opisovanje: diferencialne enačbe, prostor stanj, Laplaceova transformacija in prenosna funkcija, merjenje ali izračun frekvenčnega odziva in podajanje frekvenčne karakteristike v Bodejevem, Nicholsovem in Nyquistovem diagramu, prehodna funkcija. Ponazoritev regulacijskih sistemov z blokovnimi diagrami, prenosne funkcije odprtozančnih in zaprtozančnih sistemov za različne vplivne veličine ter njihova linearizacija in normiranje.
Stabilnost in stabilnostni kriteriji, statični in dinamični pogrešek.
Osnovni gradniki regulacijskih sistemov in njihove lastnosti.
PID regulatorji in njihova realizacija z operacijskimi ojačevalniki.
Optimiranje parametrov regulatorjev: integralski kriteriji, priporočila, potek frekvenčne karakteristike (amplitudna in fazna rezerva), metoda lege korenov.

Content (Syllabus outline):

Linear systems and their descriptions: differential equations, state space, Laplace transform and transfer function, frequency response (Bode, Nyquist, Nichols plots), step response.
Block diagrams, open-loop, closed-loop systems and corresponding transfer functions.
Linearization and normalization.
Stability, steady state error, dynamic error.
Features of elements of control systems in power electronics and electrical drives.
PID controllers, their realization with operational amplifiers and microcontrollers.
Optimization of controllers' parameters.
Cascade control systems, process control systems.
Features of digital control, Z-transform.
Influence of nonlinearities, limit cycles, integrator wind-up.

<p>Kaskadne regulacije, procesne regulacije. Diskretne regulacije in Z-transformacija, digitalni regulatorji. Nelinearnosti in njihov vpliv na obnašanje regulacijskih sistemov; analiza stabilnosti nelinearnih sistemov: fazna ravnina, opisna funkcija; odpravljanje integralskega pobjega. Osnove simulacij in uporaba sodobnih programskih orodij za simulacijo regulacijskih sistemov. Primeri regulacij v močnostni elektrotehniki.</p>	<p>Basics of simulations and use of appropriate tools in control system design. Examples of control systems in power electronics and electrical drives.</p>
--	--

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. David Nedeljković: Regulacije v močnostni elektrotehniki, predvideni izid 2016.
2. Gene F. Franklin, J. David Powell, Abbas Emami-Naeini: Feedback control of dynamic systems, Addison-Wesley, 2010.
3. Dogan Ibrahim: Microcontroller based applied digital control: J. Wiley & Sons, 2006.
4. Werner Leonhard: Control of Electrical Drives, Springer; 2001.
5. Vanja Ambrožič, Peter Zajec: Električni servo pogoni, Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ-CIRED, 2016.
6. Borut Zupančič, Rihard Karba, Drago Matko: Simulacija dinamičnih sistemov, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 1995.
7. Rafael Cajhen: Regulacije, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 1990.

Cilji in kompetence:

<p>Študent bo usvojil osnovne pojme s področja regulacijske tehnike, pri čemer bo poudarek pretežno na linearnih sistemih. Spoznal bo različne metode za načrtovanje regulacijskih sistemov in se jih naučil uporabljati s sodobnimi programskimi orodji. Zavedal se bo pomanjkljivosti pri modeliranju in znal bo kritično pristopiti k izvedbi regulacijskih sistemov, zlasti na področju močnostne elektrotehnike.</p>	<p>Objectives and competences: The student will master fundamental topics in the field of control engineering, with emphasis on linear systems. He will meet a variety of methods to design control systems and learn how to use these methods with state-of-the-art software tools. The student will become aware of the modeling inadequacies and will develop a critical approach to design of control systems, especially in the field of power electronics and electrical drives.</p>
---	--

Predvideni študijski rezultati:

<p>Znanje in razumevanje: Študent bo razumel osnovne pojme s področja regulacijske tehnike in spoznal različne načine za opisovanje električnih in mehanskih sistemov. Uporaba: Študent bo samostojno zasnoval in optimiral preprostje regulacijske sisteme na področju močnostne elektrotehnike, pri čemer bo po tehtni presoji izbral eno izmed predstavljenih metod. Refleksija: Študent se bo zavedal prednosti in pomanjkljivosti posameznih pristopov k reševanju regulacijskih problemov ter nevarnosti za neučinkovito regulacijo, ki lahko izvirajo iz njih. Prenosljive spretnosti: Spretnosti, pridobljene pri tem predmetu, bodo podlaga za poglobljen študij regulacij pri drugih predmetih iz energetike, elektromotorskih pogonov in električnih tehnoških procesov. Študent bo tako znanja tega predmeta lahko nadgradil in uporabil za realizacijo zahtevnejših regulacijskih sistemov z najsodobnejšimi tehnoškimi rešitvami. Poleg regulacijskih sistemov v tehniki in naravi bo študent ovrednotil delovanje</p>	<p>Intended learning outcomes: Knowledge and understanding: The student will understand the basic concepts in the field of control engineering and know different ways to describe the electrical and mechanical systems. Application: Students will independently design and optimize simpler control systems in the field of power electronics, by taking into consideration one of the presented methods. Reflection: The student will be familiar with the advantages and shortcomings of different approaches to solving the control engineering problems and he will be aware of the risk of ineffective control that may result from them. Transferable skills: The skills acquired in this course will provide a basis for in-depth study of control in other courses covering power engineering, electrical drives and electrical technological processes. The student can upgrade the knowledge of this course and use it for the realization of complex control systems with state of the art technological solutions. In addition to control systems in technology and nature, the student will evaluate the</p>
---	---

povratnozančnih sistemov v družbi oziroma njihovo nedelovanje v primeru slabega načrtovanja.	operation of feedback systems in the society, as well as their failure in case of poor planning.
--	--

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja (60 ur) in laboratorijske vaje (30 ur); opcija: projektno delo na nalogah, ki potekajo v Laboratoriju za regulacijsko tehniko in močnostno elektroniko.	Lectures (60 hours) and laboratory work (30 hours); optional: project work on R&D activities within the Laboratory of Control Engineering and Power Electronics. For foreign students: consultations in English and project work.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Za pristop k izpitu mora kandidat imeti uspešno opravljene laboratorijske vaje in izdelano poročilo z le-teh. Pisni 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 laboratorijskih vaj. Kandidat lahko opravi pisni izpit tudi z dvema kolokvijema, pri čemer mora na vsakem kolokviju doseči vsaj 50 % možnih točk. Kandidatom, ki se vključijo v projektno delo in nalogu uspešno zaključijo, ni treba opravljati pisnega in ustnega izpita, temveč se jim ocena poda na podlagi njihovega angažiranja na projektu in pri tem usvojenih znanj. Ocenjevalna lestvica: opravil (od 6 do 10), ni opravil (5).		Before taking the exam the student has to accomplish the laboratory work and to prepare the corresponding report. 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, where the student's report on laboratory work is also taken into account. The candidate can pass the written exam by taking 2 colloquia and exceeding score 50% on each of them. The grade for the candidates involved in the project work that successfully accomplish their task can be formed on the basis of student's knowledge acquired during his/her engagement within the project. Grading scale: pass (from 6 to 10), fail (5).
Pisni izpit	50,00 %	Written exam
ustni izpit	50,00 %	oral exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

David Nedeljković:

1. 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.
2. SLADIĆ, Saša, SKOK, Srđan, NEDELJKOVIĆ, David. Efficiency considerations and application limits of single-phase active power filter with converters for photoenergy applications. International journal of photoenergy, 2011, vol. 2011, str. 1-8.
3. DROBNIČ, Klemen, NEMEC, Mitja, NEDELJKOVIĆ, David, AMBROŽIČ, Vanja. Predictive direct control applied to AC drives and active power filter. IEEE trans. ind. electron. (1982. Print). [Print ed.], Jun. 2009, vol. 56, no. 6, str. 1884-1893.
4. AMBROŽIČ, Vanja, FIŠER, Rastko, NEDELJKOVIĆ, David. Direct current control - a new current regulation principle. IEEE trans. power electron., jan. 2003, vol. 18, no. 1, str. 495-503.
5. NEDELJKOVIĆ, David, NASTRAN, Janez, VONČINA, Danijel, AMBROŽIČ, Vanja. Synchronization of active power filter current reference to the network. IEEE trans. ind. electron. (1982. Print). [Print ed.], 1999, vol. 46, no. 2, str. 333-339.

Vanja Ambrožič:

1. 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 trans. ind. electron. (1982. Print). [Print ed.], Aug. 2010, vol. 57, no. 8, str. 2879-2888.
2. NEMEC, Mitja, DROBNIČ, Klemen, NEDELJKOVIĆ, David, AMBROŽIČ, Vanja. Direct current control of a synchronous machine in field coordinates. IEEE trans. ind. electron. (1982. Print). [Print ed.], Oct. 2009, vol. 56, no. 10, str. 4052-4061.
3. NEMEC, Mitja, NEDELJKOVIĆ, David, AMBROŽIČ, Vanja. Predictive torque control of induction machines using immediate flux control. IEEE trans. ind. electron. (1982. Print). [Print ed.], Aug. 2007, vol. 54, no. 4, str. 2009-2017.

4. AMBROŽIČ, Vanja, BUJA, Giuseppe S., MENIS, Roberto. Band-constrained technique for direct torque control of induction motor. IEEE trans. ind. electron. (1982. Print). [Print ed.], 2004, vol. 51, no. 4, str. 776-784.
5. AMBROŽIČ, Vanja, ZAJEC, Peter. Električni servo pogoni. 1. izd. V Ljubljani: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRÉ-CIRED, 2016.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: Signalni
Course title: Signals

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Avtomatika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64125

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Vitomir Štruc

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:

Uvod: definicija pojma signal, kratek zgodovinski oris razvoja teorije signalov, mesto teorije in obdelave signalov v elektrotehniki in splošno v znanosti.
Vrste signalov: energijski, močnostni signali; periodični, neperiodični signali; deterministični, naključni signali.
Ponazorjanje signalov: uporabnost ponazorjanja signalov z drugimi signali, načini ponazoritve in kriterij kakovosti ponazoritve, primeri temeljnih funkcij, ki jih uporabljamo za ponazarjanje.
Frekvenčna analiza determinističnih signalov:
Fourierova vrsta in Fourierov integral.
Naključni signali: predstavitev osnovnih principov pri obdelavi naključnih signalov, korelačska in kovariančna funkcija naključnih signalov, stacionarnost naključnih procesov in njihove deterministične karakteristike, vzorčno in časovno povprečje, ergodičnost.
Korelacija in konvolucija signalov: definicija korelacije in konvolucije na različnih tipih signalov in njihove lastnosti.
Uporaba korelacije in konvolucije: ocena podobnosti signalov, ocena spektra stacionarnih naključnih signalov, konvolucija in linearne stacionarne sistemi, določanje prenosne funkcije, detekcija periodične komponente.
Vzorčenje in kvantizacija signalov: namen vzorčenja in kvantizacije signalov, Shannon-ov stavek o vzorčenju, predstavitev vzorčenja in rekonstrukcije, vrste kvantizacije, signal kvantizacijske napake in njegove lastnosti, primeri kvantizacije.

Content (Syllabus outline):

Introduction: Basic definitions, short history of the signal processing theory, position of the signal processing theory in electrotechnical and other sciences.
Signals classification: Signals with finite energy and finite average power, periodical a-periodical, deterministic and random signals.
Signals representations: Use of the signals representations, types of representations and representations quality measures, examples of basic functions sequences.
Frequency analysis: Fourier series and Fourier transform.
Random signals: Approaches to the random signal processing, stationary random process, correlation and covariance functions, sampling and time averages, ergodicity.
Signals correlation and convolution: Correlation and convolution definitions and properties for different types of signals.
Applications with correlation and convolution transformations: similarity measures, random signals spectrum evaluation, convolution and linear stationary systems, detection of periodic components in combination of signals.
Sampling and quantization: Purpose of the sampling and quantization, sampling theorem, representation of sampling and reconstruction, types of quantization,

Obdelava digitalnih signalov: diskretna Fourierjeva transformacija (DFT).	quantization error signal and his properties for quantization. Digital signal processing: Discrete Fourier Transform (DFT).
---	--

Temeljna literatura in viri/Readings:

- MIHELIČ, France, GYERGÝÉK, Ludvik, EBENŠPANGER, Tomaž. *Signali : priročnik z zbirko rešenih nalog*. 4. popravljena in dopolnjena izd. Ljubljana: Založba FE in FRI, 2009. 132 str., ilustr. ISBN 978-961-243-116-7.
- MIHELIČ, France. *Signali*. 1. izd. Ljubljana: Založba FE, 2014. ISBN 978-961-243-270-6. <http://luks.fe.uni-lj.si/nluks/wp-content/uploads/2014/11/Signali.pdf>

Cilji in kompetence:

Cilj predmeta Signali je študentu podati znanje o vrstah signalov in metod za njihov opis in obdelavo. Študent spozna osnovne koncepte za opis različnih vrst signalov z izražanjem po temeljnih funkcijah in postopke za analizo signalov s korelacijo in konvolucijo. Predmet daje teoretične osnove za praktično delo na različnih problemih s področja slikovnih tehnologij, govornih tehnologij, razpoznavanja vzorcev, umetne inteligence in strojnega učenja.

Objectives and competences:

The aim of this course is to familiarize students with different types of signals and to present different approaches to signal description and processing. Students develop an understanding of the concepts used for signal representation and get acquainted with signal analysis techniques based on correlation and convolution. The course provides the theoretical basis for many practical problems in the fields of imaging technologies, speech technologies, pattern recognition, artificial intelligence and machine learning.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:

- opredeliti osnovne vrste signalov in postopke za njihov opis, predstavitev, obdelavo ter analizo,
- prepoznati lastnosti različnih signalov in njihovih transformacij,
- razviti postopke za analizo osnovnih tipov signalov kot so govor in slike ,
- analizirati preproste probleme, ki jih lahko predstavimo kot linearne stacionarne sisteme,
- predlagati najprimernejše metode za opis in obdelavo signalov glede na potrebe in zahteve izbranih primerov uporabe,
- razložiti razlike med diskretnimi in zveznimi signali in metodami za njihovo obdelavo ter pomen diskretnih in zveznih signalov za različne aplikacije.

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course, students should be able to:
define the main types of signals and methods for their description, representation, processing and analysis,

- recognize the main characteristics of signals and their transformations,
- develop procedures for the analysis of basic signals such speech or images,
- analyse problems that may be represented as linear timeinvariant systems,
- propose the most suitable methods for the description of signals given the requirements of selected application domains,
- explain the differences between continuous and discrete signals and corresponding processing methods and the importance of continuous and discrete signals for different applications.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja	Lectures
Sodelovalno učenje	Interactive teaching
Laboratorijske vaje	Practical assignments

Načini ocenjevanja:

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Ocena 5 je negativna, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Kandidat, ki na pisnem izpitu zbere vsaj 50 % možnih točk in v okviru laboratorijskih vaj zbere vsaj 30% točk, lahko pristopi k ustnemu izpitu. Kriterij po kategorijah: Ustni izpit Pisni izpit (2xkolokvij) Laboratorijske vaje		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Negative grade: 5, positive grades: from 6 to 10. To qualify for the oral exam, each student has to score above 50% in the written exam and gather more than 30% of the available points during the practical assignments. Contribution of each criterium to

		the final grade: Oral exam Written exam Practical assignments
Ustni izpit	50,00 %	Oral exam
Pisni izpit (2xkolokvij)	20,00 %	Written exam
Laboratorijske vaje	30,00 %	Practical assignments

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. 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
3. 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
4. MIHELIČ, France. Samodejna obdelava slovenskega govora. Inženir, ISSN 1855-0290, 2010, vol. 3, št. 2, str. 54-61
5. MIHELIČ, France (intervjuvanec), DOBRIŠEK, Simon (intervjuvanec), JUSTIN, Tadej (intervjuvanec). Vabljeni na pogovor s stroji! : Frekvenca X. Ljubljana: Val 202, 3. 10. 2013. <http://www.val202.si/2013/10/frekvenca-x-umetna-sinteza-govora/>

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Signali in sistemi
Course title:	Signals and Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Elektronika (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64145

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	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:

Definicije in razvrstitev signalov in sistemov.
Ponazorjanje signalov. Fourierjeva in Laplaceova predstavitev signalov. Analiza zveznih signalov.
Korelacija in konvolucija. Matematični modeli sistemov in metode reševanja. Impulzni, stopničasti in sinusni odziv. Uporaba transformacij pri reševanju sistemov.
Vhodne, izhodne in prenosne funkcije. Frekvenčna karakteristika. Bodejevi diagrami, polarni diagrami.
Osnovne povezave med sistemi. Povratni sistemi.
Absolutna in relativna stabilnost. Routhov in Nyquistov stabilnostni kriterij.
Fazni in ojačevalni razloček. Frekvenčna kompenzacija.
Analiza občutljivosti povratnih sistemov.
Prostor stanj, spremenljivke prostora stanj. Enačbe v prostoru stanj in njihovo reševanje. Trajektorije v prostoru stanj. Ravnotežne točke. Vodljivost in spoznavnost. Stanja ravnotežja in stabilnost stanj ravnotežja.
Topologija električnih vezij. Topološki postopki analize električnih vezij. Sistematično reševanje električnih vezij v prostoru stanj.
Osnove filtriranja. Prenos signalov brez popačenj.
Aproximacija idealne frekvenčne karakteristike.
Frekvenčne preslikave. Sinteza prevajalne funkcije pasivnih filtrov. Realizacija aktivnih filtrov. Filtri SC.
Računalniško načrtovanje analognih filtrov.

Content (Syllabus outline):

Definitions and classification of signals and systems.
Signal expressions. Fourier and Laplace representation of signals. Analysis of continuous signals. Correlation and convolution. Mathematical models and system analysis methods. Unit impulse, unit step and sine response. Using transformations in solving systems.
Input, output and transfer functions. Frequency characteristics. Bode diagrams, polar diagrams.
Basic connections between systems. Feedback systems.
Absolute and relative stability. Routh and Nyquist stability criterion.
Gain and phase margins. Frequency compensation.
Sensitivity analysis of feedback systems.
State space, state space variables. Equations in state space and solving them. Trajectories in state space.
Equilibrium points. Controllability and observability.
State of equilibrium and stability conditions of equilibrium.
Topology of electrical circuits. Topological analysis of electric circuits. Systematically solving electrical circuits in the state space.
Basics of filtering. Transmission of signals without distortion. An approximation of the ideal frequency characteristics. Frequency mapping. Synthesis of transfer functions of passive filters. Realization of active filters. SC filters. Computer aided design of analog filters.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. A. V. Oppenheim, A. S. Willsky, Signals & Systems, Prentice Hall Int., 1997.
2. R. D. Sturm, D. E. Kirk, Contemporary Linear Systems Using MATLAB, BookWare companion series, 1999.
3. C. L. Phillips, J. M. Parr, E. A. Riskin, Signals, Systems, and Transforms, Prentice Hall, 2008.
4. Douglas K. Linder, Introduction to Signals and Systems, WCB/McGraw-Hill, 2003.
5. C. M. Close, D. K. Frederick and J. C. Newell: Modeling and Analysis of Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 2002.
6. K. L. Su, Analog Filters, Kluwer Academic Publishers Group, 2010.
7. Rolf Schaumann, Mac E. Van Valkenburg, Design of analog filters, Oxford University Press, 2003.
8. F. Smole, Signali in sistemi – gradivo za laboratorijske vaje, 2017.
9. F. Smole, Signali in sistemi, Založba FE, Ljubljana, 2017.

Cilji in kompetence:

Spozнати vrste signalov, usvojiti metode za njihov opis in obdelavo. Usvojiti temeljna znanja teorije sistemov, ki omogoča sistematično analizo in načrtovanje sistemov. Spožnati sodobna računalniška orodja za analizo in simulacijo sistemov. Prikazati uporabo splošne teorije sistemov pri sistematičnem reševanju električnih vezij, pri analizi in načrtovanju filtrov.

Objectives and competences:

To recognize various signal forms and methods for their description and processing. To acquire basic knowledge about systems theory, which enables systematic analysis and design of the systems. To learn about the use of modern computer tools for systems analysis and simulation. To present the implementation of basic system theory into systematic solutions for analysis and design of electric circuits and filters.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno zaključenem predmetu naj bi bili študenti zmožni:
- razvrstiti signale in sisteme po kriterijih kot so zvezni/diskretni, linearni/nelinearni, kavzalni/nekavzalni, časovno spremenljivi/nespremenljivi itd.,
- izračunati odzive linearnih sistemov, modeliranih z linearnimi diferencialnimi enačbami,
- razložiti pomen superpozicije v analizi linearnih sistemov,
- uporabiti konvolucijo za določitev odzivov linearnih sistemov na poljubne vhode,
- uporabiti Laplaceovo transformacijo za reševanje diferencialnih enačb in določitev odzivov linearnih sistemov na znane vhode,
- uporabiti Fourierove vrste, Fourierovo transformacijo in njene lastnosti za analizo časovno zveznih signalov in sistemov,
- določiti odzive linearnih sistemov, modeliranih v prostoru stanj,
- uporabiti topološke metode za analizo električnih vezij,
- razložiti koncepte filtriranja signalov,
- uporabiti metode analiz signalov in sistemov v MATLAB-u.

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course, students should be able to:
- classify signals and systems according to criteria such as continuous/discrete, linear/non-linear, causal/non-causal, time-variant/invariant, etc.,
- compute the response of linear systems modeled by linear differential equations,
- explain the importance of superposition in the analysis of linear systems,
- use convolution to determine the response of linear systems to arbitrary inputs,
- use Laplace transform to solve differential equations, and to determine responses of linear systems to known inputs,
- use Fourier series, Fourier transform and its properties to analyze continuous-time signals and systems,
- determine response of linear systems modeled by state space representation,
- use topological methods for the analysis of electrical circuits,
- explain concepts of signal filtering,
- use methods for analysis of signals and systems in MATLAB.

Metode poučevanja in učenja:

Na predavanjih so predstavljene teoretične osnove obravnavanih poglavij, na avtornih vajah so prikazane rešitve praktičnih primerov. Praktično delo poteka v okviru laboratorijskih vaj.

Learning and teaching methods:

The lectures provide a theoretical background on particular subjects, practical examples are presented at auditory practise. Practical work is being performed in the laboratory environment.

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

Način: laboratorijske vaje, pisni izpit, ustni izpit. Opravljene laboratorijske vaje so pogoj za pristop h končnemu izpitu. Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Prispevki k oceni: pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, written exam, oral exam. Conducted laboratory assignments present a condition for undertaking the final exam. Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Contributions to final grade: oral examination oral examination
pisni izpit	50,00 %	oral examination
ustni izpit	50,00 %	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:	Telekomunikacijski protokoli
Course title:	Telecommunication Protocols

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64176

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Grega Jakus

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:

Telekomunikacijska storitev (uporabnik in izvajalec storitve, specifikacija storitve, točka dostopa do storitve, primitivi). Protokol (protokol kot implementacija storitve, protokolni osebki, protokol kot jezik, specifikacija protokola). Sporočila (SDU, PDU, uporabniško sporočilo in režija, zgradba PDU). Protokolni sklad (principi, model OSI, sklad TCP/IP, SS7, ATM, LTE, komunikacijske ravnine, tuneliranje). Specifikacija komunikacijskih sistemov in protokolov (specifikacija strukture sistema, specifikacija protokolnih sporočil in pravil, abstraktna in konkretna sintaksa, (razširjeni) končni avtomat, jezik SDL). Učinkovitost protokola in protokolnega sklada. Osnovne naloge protokolov. Oblikanje in razpoznavanje protokolnih sporočil (razpoznavanje pri sinhronem in asinhronem prenosu, transparentni prenos). Upravljanje zvez (dvojni dogovor, trojni dogovor, reševanje kolizij, pogajanja). Protokoli za zagotavljanje zanesljivega prenosa (odkrivanje in popravljanje napak, protokoli z drsečim oknom). Krmiljenje pretoka in zamašitev. Drobiljenje in ponovno sestavljanje. Protokoli za dostop do skupnega medija. Zgledi protokolov (podrobnejša obravnavava protokolov TCP, UDP, IP, ICMP; Aloha, CSMA/CD, ARP in nekaterih aplikacijskih protokolov v Internetu). Protokolna analiza.

Content (Syllabus outline):

Telecommunication service (user, provider, service specification, service access point, primitives). Protocol (protocol as a service implementation, protocol entities, protocol as a language, protocol specification). Messages (SDU, PDU, user message and overhead, PDU structure). Protocol stack (principles, OSI model, TCP/IP, SS7, ATM, LTE, communication planes, tunneling). Communication system and protocol specification (telecommunication system structure specification, PDU and protocol rules specification, abstract and transfer syntax, (extended) finite state machine, SDL language). Protocol and protocol stack efficiency. Basic protocol tasks. PDU formatting and synchronisation (synchronous and asynchronous transfer, transparent transfer). Connection management (two-way handshake, three-way handshake, collision resolution, negotiations). Providing reliable transfer (error detection and correction, sliding window protocols). Flow and congestion control. Segmentation and reassembly. Medium access control protocols. Examples of some protocols (a detailed description of protocols TCP, UDP, IP, ICMP; Aloha, CSMA/CD, ARP, and some Internet-related application-layer protocols). Protocol analysis.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Hercog, D., *Telekomunikacijska omrežja*, Pasadena, 2013 (in Slovenian)
2. Hercog, D., *Telekomunikacijski protokoli*, učbenik v pripravi (in Slovenian)
3. Stallings, W., *Data and Computer Communications*, 10th Ed., Pearson, 2014
4. Sharp, R., *Principles of Protocol Design*, Springer, 2008
5. Jakus, G., Tomažič, S., *Long term evolution (LTE) of mobile radio communications*. V: Furht, B (ur.). *Encyclopedia of wireless and mobile communications*. Boca Raton; New York: Taylor & Francis, cop. 2008.

Cilji in kompetence:

Cilj predmeta je študentu predstaviti principe in metode prenosa sporočil skozi telekomunikacijski sistem. Študent spozna pomen telekomunikacijskih storitev in protokolov ter protokolnih skladov ter tehnike za specifikacijo in načrtovanje protokolov. Poseben poudarek je namenjen mehanizmom za zagotavljanje zanesljivega prenosa sporočil. V okviru predmeta so podrobnejše obravnavani tudi nekateri pomembnejši protokoli. Pridobljeno znanje v praksi služi kot osnova pri izbiri ali načrtovanju protokola, primernega za rešitev danih komunikacijskih problemov.

Objectives and competences:

The aim of the course is to present the principles and methods of transferring messages through a telecommunication system. The student learns about the role of telecommunication services and protocols, protocol stacks, and techniques of protocol specification and design. A special focus is put on mechanisms for ensuring reliable message transmission. Some of the more important protocols are discussed in detail. The acquired knowledge serves as the basis for choosing or designing a protocol suitable for solving the given communication problems.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:

- razložiti splošne principe in konkretnе metode prenosa sporočil skozi telekomunikacijski sistem
- prepozнатi pomen plasti v protokolnih skladih in njihove konkretnе naloge
- identificirati lastnosti protokola, primernega za opravljanje določene komunikacijske naloge
- specificirati delovanje protokola ali telekomunikacijskega sistema v obliki formalnega jezika
- razviti preprost komunikacijski protokol
- ovrednotiti prometne lastnosti danega protokola

Intended learning outcomes:

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

- explain general principles and concrete methods of message transmission through a telecommunication system
- recognize the role of layers in protocol stacks and their specific tasks
- identify the characteristics of a protocol suitable for carrying out a particular communication task
- specify the operation of a protocol or a telecommunication system using a formal language
- develop a simple communication protocol
- evaluate the traffic characteristics of the given protocol

Metode poučevanja in učenja:

Pri predavanjih študenti spoznavajo teoretične osnove, ki jih utrjujejo na podlagi številnih zgledov. V okviru laboratorijskih vaj študenti spoznavajo praktične vidike protokolov s pomočjo specifikacij protokolov, simulacij učinkovitosti protokolov, poskusov z nekaterimi protokoli aplikacijskega sloja v protokolnem skladu TCP/IP ter protokolno analizo s programom Wireshark. Študenti morajo samostojno izdelati seminarsko nalogo (implementacija aplikacijskega protokola in njegova specifikacija v enem izmed formalnih jezikov). Nalogo morajo zagovarjati, kar je pogoj za opravljene laboratorijske vaje.

Learning and teaching methods:

The lectures provide a theoretical background illustrated with numerous examples. In laboratory, practical aspects of protocols are studied based on protocol specifications, protocol efficiency simulations, experimentation with some application-layer protocols of the TCP/IP stack, and protocol analysis with Wireshark software. Students must work on a homework assignment (implementation of an application protocol and its specification using a formal language). The assignment must be defended, which is a prerequisite for a successful completion of 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. Opravljene laboratorijske vaje so pogoj za pristop k 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. Completed laboratory exercises are 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. JAKUS, Grega, MILUTINović, Veljko, OMEROVIĆ, Sanida, TOMAŽIČ, Sašo. *Concepts, ontologies, and knowledge representation*, (SpringerBriefs in computer science (Print)). New York [etc.]: Springer, cop. 2013.
2. JAKUS, Grega, TOMAŽIČ, Sašo. Long term evolution (LTE) of mobile radio communications. V: FURHT, Borivoje (ur.). *Encyclopedia of wireless and mobile communications*. Boca Raton; New York: Taylor & Francis, cop. 2008, str. 1-10.
3. 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.
4. JAKUS, Grega, JEKOVEC, Matija, TOMAŽIČ, Sašo, SODNIK, Jaka. New technologies for web development. *Elektrotehniški vestnik*, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2010, letn. 77, št. 5, str. 273-280.
5. STANČIN, Sara, JAKUS, Grega, TOMAŽIČ, Sašo. Transcoding free voice transmission in GSM and UMTS networks. V: 1st International Conference on Information Society Technology and Management, Kopaonik, 07. 03. - 08. 03. 2011. KONJOVIĆ, Zora (ur.). *ICIST 2011*. Belgrade: Association for Information Systems and Computer Networks, 2011, str. 1-6.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Teorija informacij in izvorno kodiranje
Course title:	Information Theory and Source Coding

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64168
---	-------

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

Nosilec predmeta/Lecturer:	Andrej Levstek
----------------------------	----------------

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:

Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.
----------------	--------------------------------------

Vsebina:

Verjetnost, naključne spremenljivke (eksperimenti, dogodki, definicije verjetnosti, diskretna in zvezna naključna spremenljivka, porazdelitvene funkcije, momenti naključnih spremenljivk). Naključni procesi (vzorčna funkcija, statistična in časovna povprečja, avtokorelacija, stacionarnost, ergodičnost, gostota močnostnega spektra). Informacija (definicija informacije, informacijski izvori, entropija, redundanca). Kodiranje in stiskanje podatkov (teorem o izvornem kodiranju, izgubno in brezizgubno stiskanje, entropijsko kodiranje, Lempel-Zivovo kodiranje). Vzajemna entropija in kapaciteta kanala (vzajemna informacija, informacijski kanal, vzajemna entropija diskretnih virov, kapaciteta kanala, diferencialna entropija, kapaciteta Gaussovega kanala). Kodiranje analognih signalov - formatiranje signala (vzorčenje, idealno in regularno vzorčenje, teorem o vzorčenju in rekonstrukciji, vzorčenje ozkopasovnih signalov; kvantizacija, zrnato in prekoračitveno popačenje, dinamično območje). Zvokovi signali (zvok in sluh, značilnosti avdio signala, psihoakustične značilnosti sluha, frekvenčno maskiranje, redundanca in irelevanca avdio signala; značilnosti govornega signala, model govornega trakta, redundanca in irelevanca govora). Kodiranje govora (logaritemsko stiskanje z neenakomerno kvantizacijo, A-zakon, prediktivno kodiranje; skalarna kvantizacija (DPCM, ADPCM), vektorska kvantizacija (CELP) . Kodiranje avdio signala (standardizirano kodiranje brez stiskanja: CD, DSD; lossy compression, MP2, MP3, AAC)

Content (Syllabus outline):

Probability, random variables (trials, events, definition of probability, probability density function, mean values, central limit theorem). Stochastic processes (sample function, time averages, ergodicity, power density spectrum). Information (metrics, information sources, entropy, redundancy). Coding and data compaction (source coding theorem, entropy coding, Lempel-Ziv coding). Mutual information and channel capacity (mutual information, information channel, joint entropy of discrete sources, differential entropy, information capacity theorem). Analogue signal coding – basic formatting (ideal and flat topped sampling, reconstruction of continuous time signals, band-pass signal sampling; quantization, granular and overload noise, dynamic range). Audio signals (sound and hearing, properties of audio signal, perceptual properties of human hearing, frequency masking, redundancy and irrelevance, properties of speech, vocal tract modeling, speech redundancy). Speech coding (non-linear quantization, A-law compression, predictive coding; scalar quantization (DPCM, ADPCM), vector quantization (CELP). Audio signal coding (standard coding formats: CD, DVD-audio, DSD; lossy compression, MP2, MP3, AAC)

DVD-avdio, DSD; stiskanje signala z izločanjem irrelevance, MP2, MP3, AAC).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. S. Tomažič, Osnove telekomunikacij I, Založba FE in FRI, 2002
2. N. Pavešič, Informacija in kodi, Založba FE in FRI, 2010
3. J.R. Deller, J.G. Proakis, J.H. Hansen, Discrete-time processing of speech signals, MacMillan, New York, 1993
4. N. Moreau, Tools for signal compression, ISTE Ltd. and John Wiley & Sons, Inc., 2009

Cilji in kompetence:

Spoznavanje osnovnih principov informiranja in pojmov, vezanih na prenos informacije. Osnove stiskanja podatkov in njihove teoretične meje. Spoznavanje lastnosti analognih informacijskih signalov, ki so pomembni za postopke kodiranja. Razlikovanje med redundanco in irelevanco ter z njima povezanimi postopki stiskanja podatkov. Spoznavanje različnih načinov kodiranja govornih signalov. Specifičnosti kodiranja avdio signalov in standardni postopki stiskanja.

Objectives and competences:

Basic principles of information transmission and related backgrounds. Entropy as the basic measure of information. Source coding and basic data compaction algorithms. Fundamental limits of reliable communication over noisy channel. Properties of analogue signals that are important for coding schemes. Distinction between redundancy and irrelevance. Redundancy removal in advanced speech coding. Basic principles of perceptual coding of audio signals.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem izpitu naj bi bili študenti zmožni:

- razložiti razliko med irelevanco in redundanco v procesu informiranja,
- pojasniti ozadje za izračun količine informacije simbola informacijskega vira,
- izpeljati matematično utemeljitev za maksimalno entropijo diskretnega vira brez spomina,
- izračunati matriko pogojnih verjetnosti za prenos večnivojskih simbolov v prisotnosti aditivnega Gaussovega šuma,
- primerjati diferencialno entropijo zvezne naključne spremenljivke z entropijo diskretnega vira,
- opisati osnovne postopke, ki so nujno potrebni pri kodiranju analognih signalov,
- določiti potrebno minimalno število bitov A/D pretvornika v odvisnosti od želenega razmerja S/N in dinamičnega območja avdio signala.

Intended learning outcomes:

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

- explain the difference between irrelevance and redundancy in the informing process,
- explain the expression for the amount of information of a symbol of a discrete source,
- derive the mathematical proof of the maximal entropy of a discrete memoryless source,
- calculate the matrix of conditional probabilities of the transmission of multilevel symbols in the presence of additive Gaussian noise,
- compare the differential entropy of a random variable with the entropy of a discrete information source,
- describe the necessary procedures that are required for analogue signal coding,
- calculate the minimum number of bits of an A/D converter to achieve a desired signal to noise ratio within the required dynamic range of the input signal.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, laboratorijske vaje, domače naloge

Learning and teaching methods:

Lectures, tutorial, homeworks

Načini ocenjevanja:

Delež/Weight

Assessment:

Način: laboratorijske vaje, domače naloge, 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: domače naloge laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		Type: laboratory exercises, homework, 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: coursework laboratory exercises written exam oral examination
domače naloge	10,00 %	coursework
laboratorijske vaje	10,00 %	laboratory exercises
pisni izpit	40,00 %	written exam
ustni izpit	40,00 %	oral examination

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. LEVSTEK, Andrej, MEDIČ, Igor, PERŠIČ, Boštjan. Frequency domain analysis of the influence of circuit parameters on oscillation frequency. *AEÜ*, ISSN 1434-8411. [Print ed.], 2003, vol. 57, no. 6, str. 423-425.
2. LEVSTEK, Andrej, FURLAN, Jože. Microscopic electric field in the surroundings of ionized impurities in semiconductor. *Journal of electrostatics*, ISSN 0304-3886. [Print ed.], 2003, vol. 57, str. 59-68.
3. FURLAN, Jože, GORUP, Žarko, LEVSTEK, Andrej, AMON, Slavko. Thermally assisted tunneling and the Poole-Frenkel effect in homogenous a-Si. *Journal of applied physics*, ISSN 0021-8979, 2003, vol. 94, no. 12, str. 7604-7610.
4. LEVSTEK, Andrej, PIRC, Matija. Načrtovanje umetne linije za standardni suhani par. *Elektrotehniški vestnik*, ISSN 0013-5852. [Slovenska tiskana izd.], 2008, letn. 75, št. 3, str. 91-96.
5. LEVSTEK, Andrej. Amplitude stabilization in quadrature oscillator for low harmonic distortion = Stabilizacija amplitude v kvadraturnem oscilatorju za nizko harmonično popačenje. *Informacije MIDEM*, ISSN 0352-9045, 2013, letn. 43, št. 3, str. 185-192

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Visokonapetostna tehnika
Course title:	High Voltage Engineering

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Energetika in mehatronika (smer)	3. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	64165
---	-------

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

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:
Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
<p>Električno polje v visokonapetostni tehniki, metode in postopki za ugotavljanje jakosti električnega polja. Dielektrična trdnost in zdržnost izolacije. Razlektritve v homogenem in nehomogenem polju. Delne razlektritve, razlektritve v naravi, nastanek in vrste strel. Izolacijski materiali, plinasti dielektriki, trdi in tekoči izolacijski materiali. Metode za ugotavljanje stanja izolacije. Razporeditev potenciala vzdolž dolgih struktur, verige izolatorjev, navitja transformatorjev. Proizvajanje in merjenje visokih izmeničnih napetosti. Proizvajanje in merjenje visokih enosmernih napetosti. Proizvajanje in merjenje visokih udarnih napetosti. Nastanek prenapetosti, atmosferske prenapetosti, notranje prenapetosti. Prenapetostni odvodniki in koordinacija izolacije. Modeliranje visokonapetostnih naprav in omrežij ter analiza visokonapetostnih prehodnih pojavov.</p>	<p>The electric field in high voltage engineering, methods and procedures to determine the electric field. Dielectric strength and insulation withstand. Discharges in homogeneous and inhomogeneous field. Partial discharges, atmospheric discharges, origin and type of lightning strokes. Insulating materials, gaseous dielectrics, solid and liquid insulating materials. Methods for isolation quality assessment. Distribution of potential along the long structures, ceramic type suspension insulators, transformer windings. Generation and measurement of high AC voltages. Generation and measurement of high DC voltages. Generation and measurement of high impulse voltages. The formation of overvoltage, lightning overvoltage, system overvoltage. Surge arresters and insulation coordination. Modeling of high voltage devices and networks and analysis of high voltage transients.</p>

Temeljna literatura in viri/Readings:
1. M. Babuder, Visokonapetostna tehnika, skripta, Ljubljana 2004.
2. J. Voršič, J. Pihler, Tehnika visokih napetosti in velikih tokov, Univerza v Mariboru, FERI, Maribor 2008.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Študent bo spoznal pomen visoke napetosti pri načrtovanju in obratovanju elektroenergetskih omrežij	The student will learn the importance of high voltage in the design and operation of electricity networks and

in naprav. Pridobil bo osnovno znanje o visokonapetostni tehniki in metodah preizkušanja elektroenergetske opreme v visokonapetostnem laboratoriju.	devices and will also acquire the basic knowledge of high voltage technology and methods for testing high voltage electric power equipment in the lab.
---	--

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<p>Po uspešno opravljenem modulu naj bi bili študenti zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - opisati osnovne procese v izolatorjih, ki so izpostavljeni visoki napetosti, - razumeti postopke proizvajanja visokih napetosti in tokov ter postopke testiranja izolatorjev, - uporabiti znanje v praksi pri visokonapetostnem preizkušanju opreme, - analizirati porazdelitev potenciala na dolgih strukturah, - pojasniti koncept prepričlostne zaščite elektroenergetskega omrežja, - priporočati postopek izbire ustreznega izolacijskega nivoja opreme elektroenergetskega omrežja. 	<p>After successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> - describe the processes within insulators exposed to high voltage, - understand the procedures of high voltage and currents generation and the procedures for insulators testing, - use the knowledge for practical application in high-voltage equipment testing, - analyze the voltage distribution on long structures, - explain the concept of high-voltage protection in power networks, - advise on the procedure for the selection of the equipment insulation level.

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

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Pogoj za opravljanje ustnega izpita je pozitivna ocena poročila o opravljenih vajah. 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: laboratorijske vaje pisni izpit ustni izpit		The prerequisite for the oral exam is a positive assessment of tutorials report. 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	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. KOLENC, Marko, PAPIČ, Igor, BLAŽIČ, Boštjan. Minimization of losses in smart grids using coordinated voltage control. Energies, Oct. 2012, vol. 5, no. 10, str. 3768-3787.
3. 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.
4. 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.
5. HROBAT, Primož, PAPIČ, Igor. An oscilloscope method for eliminating the interference and disturbance voltages for the earthing measurements of large earthing systems in substations. Electric power systems research, Feb. 2011, vol. 81, iss. 2, str. 510-517.

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Zvezni signali in sistemi
Course title:	Continuous Signals and Systems

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, prva stopnja, univerzitetni	Informacijsko komunikacijske tehnologije (smer)	3. letnik	Zimski

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64166

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	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:

Časovno zvezni linearne vzročne časovno invariantne sisteme (LTI, sistemsko enačba). Zvezni signali (definicija, vrste signalov in komponiranje signalov, značilne vrednosti). Predstavitev in analiza zveznih signalov (amplitudni in fazni spekter, energijski in močnostni spekter), Laplaceova transformacija. Definicija, lastnosti in omejitve strnjenega linearnega sistema/vezja, model vezja. Topološki opis vezja, vpadna matrika, matrika mreže, vejna, zančna in vozliščna metoda opisa sistema. Transformacija virov in Tellegenov teorem. Klasična analiza vezja z interpretacijo rešitve, konvolucija. Izmenična analiza: kazalci, sistemsko funkcija, kompleksna moč, enovhodna vezja (ekvivalenze, teorem o maksimalnem prenosu moči, resonanca), dvovhodna vezja (parametri in združevanje, preslikave impedanc, impedančno prilagajanje, prevajalne funkcije). Analiza sistemov s Fourierjevo vrsto in Fourierjevo transformacijo. Analiza sistemov z Laplaceovo transformacijo.

Content (Syllabus outline):

Continuous time linear causal time invariant systems (LTI, system equation). Basic continuous time electric signals: selected types and operations. Representation and analysis of continuous signals using Fourier series, Fourier transform (frequency and power spectrum) and Laplace transform. Definition, properties and limitations of a linear circuit. Topological circuit description, describing a circuit using matrix equations. Using different methods to analyse the circuit (branch current method, window current method and intersection potential method). Power source transformation theorem and Tellengen's theorem. Classical analysis of circuits using differential equations, interpretation, convolution. Steady state analysis (pointers, system function, power). Single input circuits (Thevenin equivalent, maximum power transmission theorem, resonance). Dual-input circuits: reciprocity theorem, modelling circuit as a quadripole and determining different quadripole parameters. Spectral analysis (using spectrum to analyse circuits), using Laplace to analyse circuits.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. P. Lahti: Linear Systems and Signals, Oxford University Press, 2005.
2. A. V. Oppenheim, A. S. Willsky: Signals and Systems, Pearson Education Lim., 2014.

Cilji in kompetence:

Cilj predmeta je podati znanje o linearnih vezjih in sistemih, vključno s povezovanjem signalnih domen in analiz linearnih sistemov.
 Študent spozna temeljnega znanja o strnjeni električnih vezjih in analizah linearnih električnih vezij in linearnih sistemov. Spozna predstavitev, komponiranja in analize zveznih signalov vključno s spektri in Laplaceovo transformacijo. Spoznavanje sistemskih vidikov in temeljna znanje ter razumevanje analize linearnih sistemov in izbranih fenomenov v linearnih sistemih, povezanih s komunikacijami.

Objectives and competences:

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 communications.

Predvideni študijski rezultati:

Študent bo po opravljenem modulu zmožen:

- Klasificirati sistem glede na linearost, 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.

Intended learning outcomes:

After completing this course the student will be able to:

- Classify system according to linearity, time invariance and causality;
- Perform 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:

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 podprtta 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 podprtne z uporabo Jupyter Python okolja, ki sodeluje s simulatorjem.

Learning and teaching methods:

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 written 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. 1950-1962.
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.