



UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS

Predmet:	LASERSKI SISTEMI
Course title:	

Študijski program Study programme and level	Študijska smer Study field	Letnik Academic year	Semester Semester
Inženiring vozila Engineering and vehicles		drugi second	četrty fourth

Vrsta predmeta / Course type:

Univerzitetna koda predmeta / University course code:

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Sem. vaje Tutorial	Lab. vaje Laboratory work	Teren. vaje Field work	Samost. delo Individ. work	ECTS
45	-	45	-	-	90	6

Nosilec predmeta / Lecturer:

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

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

Prerequisites:

<ul style="list-style-type: none">• poznavanje osnov računalniške grafike, svetovnega spleta, CAD in geometrijskega modeliranja.	
--	--

Vsebina:

Content (Syllabus outline):

<ol style="list-style-type: none">1. Predstavitev osnovnih principov delovanja polvodniških diodnih laserjev, LED, modulatorjev, detektorjev in z njimi povezanih sistemov.2. Prikaz omejitev sistemov3. Uvod v optoelektroniko4. Osnove fizike polvodnikov5. Nosilci naboja in PN spoj6. Definicija minornih nosilcev, polvodnikov Fermijeveh-nivojev7. Optoelektronski elementi:<ul style="list-style-type: none">• elektromagnetno sevanje,• absorpcija svetlobe v polprevodniku,• sevalni in nesevalni prehodi v polprevodniku8. Laserji: Diodni Laserji in LED diode:	
---	--



- Osnovni fizikalni principi delovanja laserjev
- Gaussov snop,
- optični resonatorji, lastnosti resonatorjev, rodovi,
- Opis kavntnih izvorov, kvantnih poti,
- Razlikovanje med UV, vidnimi, *near-IR*, *mid-IR*, *longwear-IR*, *far-IR*, in teraherčne optične sisteme,
- sevanje (osnovna načela kvantne mehanike, sevanje, absorpcija, emisija, spekter, optično ojačenje),
- lasersko nihanje in ojačanje,
- lasersko vzbujanje (trdni laserji, plinski laserji, barvni laserji) in
- metode generiranja kratkih pulzov.

9. Laserska dioda Osnove delovanja

- laserske diode,
- Primerjava laserske diode z ostalimi laserji,
- Ojačevalniki,
- Heterostrukture , DFB strukture, laserji z zunanjim resonatorjem,
- Lastnosti laserskih diod.

10. Optični senzorji

- fotoupor,
- fotodioda,
- pin-fotodioda,
- fotodioda kovina-polprevodnik,
- plazovne fotodiode,
- fotodetektor MSM,
- fototranzistor,
- optoelektronska integrirana vezja.

11. Svetleče diode (LED):

- materiali za LED v vidnem svetlobnem področju,
- zgradba in lastnosti svetlečih diod,
- primeri uporabe svetlečih diod,
- infrardeče svetleče diode

12. Polprevodniški laserji:

- Princip delovanja,
- Spontana in stimulirana emisija,
- Laser z dvojno heterospojno strukturo,
- Svetlovod,
- Heterostruktorni laserji,
- Sevalna karakteristika laserja,
- Spektralna porazdelitev laserja,
- Polprevodniški laserji,
- nekaj primerov uporabe polprevodniških laserjev.

13. Sončne celice:

- sončno sevanje, konstanta sončnega sevanja in jakost sončnega sevanja na zemeljski površini,
- osnovni principi delovanja sončne celice z pomembnimi parametri ,
- kratkostični tok, napetost odprtih sponk in izkoristek idealne pretvorbe,



<ul style="list-style-type: none">• polnilni faktor, merjenje izkoristka, spektralni• odziv sončnih celic s pn-spojem, zgradbe sončnih celic, heterospojne sončne celice, tankoplastne sončne celice,• pregled in uporaba CCD senzorjev. <p>14. Uporaba:</p> <ul style="list-style-type: none">• uporaba optoelektronskih naprav na področjih:<ul style="list-style-type: none">○ telekomunikacij,○ računalniških omrežij,○ senzorjev,○ meritev,○ shranjevanja podatkov,○ biofotonike in biomedicine, v industriji varjenja in rezanja.	
--	--

Temeljni literatura in viri / Readings:

<ol style="list-style-type: none">1. Arthur Guenther; Leno S. Pedrotti; Chandrasekhar Roychoudhuri: Fundamentals of Photonics- Lasers; EDITORS: University of Central Florida, Orlando, Florida2. Mark Csele: Fundamentals of Light Sources and Lasers; Wiley, September 2004; ISBN: 978-0-471-47660-33. F. L. Pedrotti, L. S. Pedrotti, and L. M. Pedrotti, Introduction to Optics, 3rd ed., Prentice Hall.4. Saleh, B.E.A. & Teich, M.C. Fundamentals of Photonics, (Wiley)5. Yariv, A. Quantum Electronics (Wiley)6. Wilson, J. & Hawkes, J.F.B. Optoelectronics, an Introduction, (Prentice Hill); Milonni & Eberly, Lasers, (Wiley)

Cilji in kompetence:

Objectives and competences:

<p>Cilji</p> <ul style="list-style-type: none">• Omogočiti študentu, da si pridobi osnovna znanja s področja fizike laserjev, krmilij, optoelektronskih sistemov in uporabe v praksi.• Z uporabo programskega orodja nameravamo prikazati enostaven kvantitativen model ključnih fizikalnih procesov na področju fotonike z možnostjo uporabe. <p>Kompetence</p> <ul style="list-style-type: none">• Predavanja in znanja s posebnega področja laserjev in sorodnih področij med mlade inženirje in kreatorje novih industrijskih izdelkov in sistemov. <p>Predmet predstavlja noviteto v našem prostoru, saj daje:</p> <ul style="list-style-type: none">• nov pogled na uporabo laserskih tehnologij pri proizvodnji novih produktov. <p>Poleg uvoda v laserje, nameravamo:</p>	
--	--



- v uvodnem delu predstaviti osnove kvantne fizike,
- procese absorpcije in emisije,
- Schrodingerjeve valovne enačbe,
- atomske zgradbe,
- principe inverzije, ojačanja,
- optičnih pasti tri in štiri nivojske laserje,
- pulzne in laserje s konstantno valovno dolžino – CW.
- Poleg omenjenih osnov nameravamo študentom podati še osnove preklopa Q,
- načine zaklepanja,
- osnove plinske razelektritve,
- optičnega črpanja,
- izboljšav,
- ojačanja,
- oscilacij,
- generiranja impulza,
- osnovnih elektronskih sklopov močnosti in krmilne elektronike.

V okviru podajanja osnov laserskih tehnologij nameravamo prikazati nekaj aplikacij laserjev v medicini, kirurgiji, pri varjenju in rezanju kovin, obdelavo materialov, uporabo laserjev v komunikacijah, metrologiji in sistem LIDAR.



Predvideni študijski rezultati:

Intended learning outcomes:

<p><i>Študent/študentka:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Pozna in razume procese razvoja laserskih sistemov.• Ne zahteva posebnih znanj, pač pa osnovna znanja računalništva, računalniške grafike in programskih jezikov.• Večina informacij je podana na predavanjih in vajah, študent skozi vaje in seminarske naloge razume laserske sisteme.• Pozna in razume vlogo, možnosti in zanesljivost laserskih sistemov.	
---	--

Metode poučevanja in učenja:

Learning and teaching methods:

<ul style="list-style-type: none">• frontalna predavanja,• izvajanje domačih nalog,• avditorne vaje in seminarska naloga.	
---	--

Načini ocenjevanja:

**Delež (v %) / Assessment:
Weight (in %)**

<ul style="list-style-type: none">• opravljene domače naloge 20%• opravljena seminarska naloga 40%• pisni in ustni izpit 40% <p>Ocenjevalna lestvica: ECTS.</p>		
---	--	--

Reference nosilca / Lecturer's references:

<ol style="list-style-type: none">1. PUŠENJAK, Rudi, OBLAK, Maks. Rešavanje Helmholtzove (talasne) jednačine metodom konačnih elemenata. <i>Elektrotehnika (Beogr.)</i>, 1978, 27, št. 12, str. 1789-1795.2. PUŠENJAK, Rudi, OBLAK, Maks. Finite element method using continuous elements with constant geometries. V: ROBINSON, John (ur.). <i>Quality assurance in FEM technology : [proceedings of the Fifth world congress sponsored by ISTEEL England]</i>. Okehampton: Robinson and Associates, cop. 1987, str. 369-378.3. PUŠENJAK, Rudi, OBLAK, Maks. The use of continuous finite elements in electron optics. V: TANAKA, Masataka (ur.), CRUSE, Thomas A. (ur.). <i>Boundary element methods in applied mechanics : proceedings of the First Joint Japan/US Symposium on Boundary Element Methods, Tokyo, Japan, 3-6 October 1988</i>. Oxford [etc.]: Pergamon Press, 1988, str. 47-52.4. PUŠENJAK, Rudi, OBLAK, Maks. Design of axisymmetric electron optical systems with use of continuous and fully discretized finite elements. V: <i>FEMCAD-88 : proceedings of the Fourth SAS-World Conference, Paris, 17-19 October 1988</i>, (Technology transfer series). Gournay-sur-Marne: IITT-International, 1988, str. 256-263.5. PUŠENJAK, Rudi, OBLAK, Maks. Continuous finite element model for solution of paraxial ray equation in electron optics. V: <i>Proceedings</i>. [S.l.]: American Academy of Mechanics, 1989, str. 316-319.6. PUŠENJAK, Rudi, OBLAK, Maks. Numerische Lösung einiger Torsionsprobleme unter Anwendung von kontinuierlichen Elementen. <i>Z. angew. Math. Mech.</i>, 72 (1992), 6 ; str. T 489-493. JCR IF
--



- (1994): 0.17, SE (54/61), mechanics, x: 0.83, SE (71/85), mathematics, applied, x: 0.484
7. PUŠENJAK, Rudi. Nonlinear almost periodic analysis of FET amplifiers by incremental harmonic balance and multiple time scales. V: BARTOLIĆ, Juraj (ur.). *ICECOM '99 : proceedings*. Zagreb: KoREMA, 1999, str. 130-134.
 8. PUŠENJAK, Rudi. Computation of electromagnetic waveguide transverse resonances by using continuous finite elements. V: BONEFAČIĆ, Davor (ur.). 16th International Conference on Applied Electromagnetics and Communications, 1-3 October 2001, Dubrovnik, Croatia. *ICECOM 2001 : conference proceedings*. Zagreb: KoREMA, 2001, str. 257-264
 9. PUŠENJAK, Rudi. Razvejivne pri Van der Pol-Duffingovem nihalu = Bifurcations of the Van der Pol-Duffing oscillator. *Stroj. vestn.*, 2003, letn. 49, št. 7/8, str. 370-384.
JCR IF: 0.048, SE (99/106), engineering, mechanical, x: 0.61
 10. PUŠENJAK, Rudi, OBLAK, Maks. Incremental harmonic balance method with multiple time variables for dynamical systems with cubic non-linearities. *Int. j. numer. methods eng.*, Jan. 2004, vol. 59, iss. 2, str. 255-292 JCR IF: 1.501, SE (3/61), engineering, multidisciplinary, x: 0.57, SE (7/162), mathematics, applied, x: 0.698
 11. KASTREVC, Mitja, PUŠENJAK, Rudi. Fuzzy pressure control of hydraulic system with gear pump driven by variable speed induction electro-motor. *Exp. tech. (Westport Conn.)*, May/June 2005, vol. 29, no. 3, str. 57-62.
JCR IF: 0.363, SE (64/104), engineering, mechanical, x: 0.644, SE (92/110), mechanics, x: 0.96, SE (19/25), materials science, characterization & testing, x: 0.575
 12. PUŠENJAK, Rudi. Extended Lindstedt-Poincare method for non-stationary resonances of dynamical systems with cubic nonlinearity. *J. Sound Vib.*, July 2008, vol. 314, iss. 1/2, str. 194-216.
JCR IF (2007): 1.024, SE (11/28), acoustics, x: 1.012, SE (23/107), engineering, mechanical, x: 0.706, SE (39/112), mechanics, x: 1.049
 13. PUŠENJAK, Rudi, OBLAK, Maks. Discussion on: "Analysis of control relevant coupled nonlinear oscillatory systems". *Eur. j. control*, 2008, vol. 14, 4, str. 283-285. JCR IF (2007): 1.153, SE (20/52), automation & control systems, x: 0.927
 14. PUŠENJAK, Rudi, OBLAK, Maks, TIČAR, Igor. Nonstationary Vibration and Transition through Fundamental Resonance of Electromechanical Systems Forced by a Nonideal Energy Source. *Int. J. of Nonl. Sci. Num. Sim.*, May 2009, vol. 10, iss. 5, str. 635-657. JCR IF (2007): 5.099, SE(1/67), engineering, multidisciplinary, SE(1/165), mathematics, applied, SE(2/112) mechanics, (1/43), physics, mathematical.