



Univerza *v Ljubljani*
Fakulteta *za elektrotehniko*

PREDSTAVITVENI ZBORNIK

UNIVERZITETNEGA ŠTUDIJSKEGA PROGRAMA I. STOPNJE

ELEKTROTEHNIKA

NA FAKULTETI ZA ELEKTROTEHNIKO UNIVERZE V LJUBLJANI

Ljubljana, 2015

Kazalo

1. Podatki o študijskem programu.....	3
2. Temeljni cilji programa in splošne kompetence, ki se pridobijo s programom:.....	4
3. Pogoji za vpis in merila za izbiro ob omejitvi vpisa	5
4. Določbe o uporabi oz. konkretizaciji meril za priznavanje znanja in spretnosti, pridobljenih pred vpisom v program.....	6
5. Pogoji za napredovanje po programu.....	7
6. Pogoji za dokončanje študija.....	8
7. Prehodi med študijskimi programi	8
8. Načini ocenjevanja	10
9. Predmetnik študijskega programa in predvideni nosilci predmetov	11
10. Podatki o možnosti izbirnih predmetov in mobilnosti	18
11. Kratka predstavitev posameznih predmetov	19
12. Zaposlitvene možnosti diplomantov	42



**PREDSTAVITVENI ZBORNIK
UNIVERZITETNEGA ŠTUDIJSKEGA PROGRAMA I. STOPNJE
ELEKTROTEHNIKA
NA FAKULTETI ZA ELEKTROTEHNIKO UNIVERZE V LJUBLJANI**

1. Podatki o študijskem programu

Naslov študijskega programa:

prvostopenjski univerzitetni študijski program Elektrotehnika

Trajanje študijskega programa: **3 leta.**

Število kreditnih točk ECTS študijskega programa: **180.**

Smeri študijskega programa:

- **Avtomatika,**
- **Elektronika,**
- **Energetika in mehatronika,**
- **Telekomunikacije.**

Moduli študijskega programa (moduli so izbirni v poletnem semestru 3. letnika ne glede na smer študijskega programa):

- **Modul A**
- **Modul B**
- **Modul C**
- **Modul D**
- **Modul E**

Strokovni naslov diplomanta / diplomantke:

diplomirani inženir elektrotehnike (UN) / diplomirana inženirka elektrotehnike (UN)

Okrajšava naslova je v obeh primerih **dipl. inž. el. (UN).**



2. Temeljni cilji programa in splošne kompetence, ki se pridobijo s programom:

Temeljni cilji programa so:

- zagotoviti kakovostno znanje s področja elektrotehnike,
- podati odlične temelje za študij na 2. stopnji ne samo elektrotehnike, temveč katere koli tehniške stroke,
- omogočiti učinkovito vključitev v delo ob zaposlitvi in samostojno sledenje najnovejšim dosežkom,
- podati podlago in spodbudo za nadaljnji samostojni študij v sklopu vseživljenjskega učenja,
- omogočiti prehajanje med sorodnimi študijskimi programi in širše ter zagotoviti vseevropsko primerljivost dosežene izobrazbe.

Splošne kompetence, ki se pridobijo s programom, so:

- zmožnost definiranja, razumevanja in ustvarjalnega reševanja problemov na področju elektrotehnike in širše,
- sposobnost kritičnega mišljenja na podlagi analize in sinteze,
- poklicna, okoljska in socialna odgovornost,
- sposobnost aktivnega strokovnega sporazumevanja v pisni in ustni obliki,
- sposobnost optimalne uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije in njenega razvoja,
- sposobnost samostojnega sledenja najnovejšim dosežkom in pridobivanja novih znanj,
- sposobnost timskega dela s strokovnjaki z različnih področij.



3. Pogoji za vpis in merila za izbiro ob omejitvi vpisa

V 1. letnik univerzitetnega študijskega programa 1. stopnje Elektrotehnika se lahko vpiše:

- a) kdor je opravil maturo,
- b) kdor je opravil poklicno maturo v kateremkoli srednješolskem programu in izpit iz enega od maturitetnih predmetov; izbrani predmet ne sme biti predmet, ki ga je kandidat že opravil pri poklicni maturi,
- c) kdor je pred 1. junijem 1995 končal katerikoli štiriletni srednješolski program

V primeru omejitve vpisa so kandidati iz točke a) in c) izbrani glede na:

- splošni uspeh pri maturi oz. zaključnem izpitu 60 % točk
- splošni uspeh v 3. in 4. letniku 40 % točk

in kandidati iz točke b) izbrani glede na:

- splošni uspeh pri poklicni maturi 40 % točk
- splošni uspeh v 3. in 4. letniku 40 % točk
- uspeh pri maturitetnem predmetu 20 % točk

Število razpisanih vpisnih mest je objavljeno v vsakoletnem Razpisu za vpis v 1. stopnjo.



4. Določbe o uporabi oz. konkretizaciji meril za priznavanje znanja in spretnosti, pridobljenih pred vpisom v program

Študentu se v procesu izobraževanja na 1. stopnji lahko priznajo znanja, ki po vsebini in obsegu ustrezajo učnim vsebinam predmetov na univerzitetnem študijskem programu 1. stopnje Elektrotehnika. O priznavanju znanj in spretnosti, pridobljenih pred vpisom, odloča Študijska komisija FE na podlagi pisne vloge študenta, priloženih spričeval in drugih listin, ki dokazujejo uspešno pridobljeno znanje in vsebino teh znanj, ter v skladu s pravilnikom o postopku in merilih za priznavanje neformalno pridobljenega znanja in spretnosti, sprejetega na seji Senata UL dne 29. 05. 2007. V primeru, da Študijska komisija

FE ugotovi, da pridobljeno znanje po zahtevnosti in obsegu kreditnih točk ustreza tistemu znanju, ki se pridobi pri posameznem predmetu na univerzitetnem študijskem programu 1. stopnje Elektrotehnika, ali ga celo presega, se pridobljeni znanje in spretnosti upoštevajo kot opravljena študijska obveznost pri dotičnem predmetu.



5. Pogoji za napredovanje po programu

Napredovanje v višji letnik

Študent univerzitetnega študijskega programa 1. stopnje Elektrotehnika se lahko vpiše v 2. letnik, če do vpisnega roka opravi obveznosti iz 1. letnika v obsegu najmanj 54 kreditnih točk (ECTS).

Študent univerzitetnega študijskega programa 1. stopnje Elektrotehnika se lahko vpiše v 3. letnik, če do vpisnega roka opravi vse obveznosti iz 1. letnika (60 kreditnih točk) in obveznosti iz 2. letnika v obsegu najmanj 54 kreditnih točk (ECTS).

Skladno s 153. členom Statuta Univerze v Ljubljani se študent lahko izjemoma vpiše v višji letnik, tudi če ni opravil vseh obveznosti, določenih s študijskim programom za vpis v višji letnik, kadar ima za to opravičene razloge, kot npr.: materinstvo, daljša bolezen, izjemne družinske in socialne okoliščine, priznan status osebe s posebnimi potrebami, aktivno sodelovanje na vrhunskih strokovnih, kulturnih in športnih prireditvah, aktivno sodelovanje v organih univerze. O vpisu iz prejšnjega odstavka odloča Študijska komisija FE.

Ponavljjanje letnika

Ponavljjanje je možno skladno z zakonodajo in Statutom Univerze v Ljubljani samo enkrat v času študija, pri čemer se za ponavljanje šteje tudi morebitna sprememba študijskega programa zaradi neizpolnitve obveznosti v prejšnjem študijskem programu.

Za ponovni vpis v 1. letnik mora študent univerzitetnega študijskega programa 1. stopnje Elektrotehnika opraviti obveznosti iz 1. letnika v obsegu najmanj 30 kreditnih točk (ECTS).

Za ponovni vpis v 2. letnik mora študent univerzitetnega študijskega programa 1. stopnje Elektrotehnika opraviti vse obveznosti iz 1. letnika (60 kreditnih točk) in obveznosti iz 2. letnika v obsegu najmanj 30 kreditnih točk (ECTS).



6. Pogoji za dokončanje študija

Študent dokonča študij, ko opravi vse predpisane obveznosti študijskega programa v obsegu 180 kreditnih točk.

7. Prehodi med študijskimi programi

V skladu z veljavnimi Merili za prehode med študijskimi programi se za prehod med študijskimi programi šteje prenehanje študentovega izobraževanja v študijskem programu, v katerega se je vpisal, in nadaljevanje izobraževanja na univerzitetnem študijskem programu prve stopnje *Elektrotehnika*. Prehod je mogoč v skladu z veljavnimi Merili za prehode med študijskimi programi.

Prehodi so možni med študijskimi programi:

1. ki ob zaključku študija zagotavljajo pridobitev primerljivih kompetenc in
2. med katerimi se lahko po kriterijih za priznavanje prizna vsaj polovica obveznosti po Evropskem prenosnem kreditnem sistemu (ECTS) iz prvega študijskega programa, ki se nanašajo na obvezne predmete drugega študijskega programa.

Prošnje kandidatov za prehod na univerzitetni študijski program prve stopnje *Elektrotehnika* bo reševala Študijska komisija Fakultete za elektrotehniko individualno in skladno s Statutom Univerze v Ljubljani. Komisija na osnovi študijskih obveznosti opredeli pogoje za nadaljevanje študija ter letnik, v katerega se kandidat lahko vpiše, in o tem izda sklep. Na podlagi utemeljenega predloga Študijske komisije Fakultete za elektrotehniko bo o vlogah sklepal Senat Fakultete za elektrotehniko.

Kandidat mora pri prehodu z drugega študijskega programa priložiti potrdilo o opravljenih študijskih obveznostih na študiju, na katerega je bil vpisan, veljavne učne načrte za predmete in druge vsebine, pri katerih je opravil študijske obveznosti in dokazilo o izpolnjevanju vpisnih pogojev v skladu z Zakonom o visokem šolstvu in vpisnimi pogoji, navedenimi v univerzitetnem študijskem programu prve stopnje *Elektrotehnika*.



8. Načini ocenjevanja

Znanje študentov se ocenjuje pri posameznih predmetih (učnih enotah) na način, kot je predviden v učnih načrtih teh predmetov (učnih enot). Podrobnosti glede preverjanja znanja ureja Izpitni pravilnik Fakultete za elektrotehniko UL.

Pri ocenjevanju se – skladno s Statutom Univerze v Ljubljani – uporablja ocenjevalna lestvica z ocenami:

10	(odlično),
9	(prav dobro),
8	(prav dobro),
7	(dobro),
6	(zadostno),
5 do 1	(nezadostno).

Za vsak predmet (učno enoto) prejme kandidat po preverjanju znanja enovito oceno z zgornje lestvice.

Kandidat uspešno opravi preverjanje znanja pri predmetu (učni enoti), če prejme oceno 6 ali višjo.

Kandidatu se v celoti prizna predvideno število kreditnih točk (ECTS) za ta predmet (učno enoto), če uspešno opravi preverjanje znanja pri tem predmetu (učni enoti).



9. Predmetnik študijskega programa in predvideni nosilci predmetov

Legenda za predmetnik:

P:	skupno število ur predavanj pri predmetu
A:	skupno število ur avditornih vaj pri predmetu
L:	skupno število ur laboratorijskih vaj pri predmetu
ΣK :	skupno število kontaktnih ur pri predmetu
ΣS :	skupno število ur samostojnega študentovega dela pri predmetu
$\Sigma(K+S)$:	skupno število ur študentovega dela pri predmetu
ECTS:	skupno število kreditnih točk pri predmetu po ECTS

Pojasnila:

Predmeti se razvrščajo v 4 stebre:

- Obvezni splošni predmet: predmet je obvezen za vse študente, vsebina predmeta je splošne narave.
- Obvezni strokovni predmet: predmet je obvezen za vse študente (oz. za vse študente izbrane smeri), vsebina predmeta je strokovne narave.
- Izbirni strokovni predmet: študenti lahko izbirajo med več predmeti, vsebina predmetov je strokovne narave.
- Izbirni splošni predmet: študenti lahko izbirajo med več predmeti ali prenesejo ustrezno število kreditnih točk iz drugih študijskih programov, vsebina predmetov je po želji splošne ali strokovne narave.

Vsi predmeti so enosemestrski.

Tedensko število kontaktnih ur posamezne kategorije dobimo tako, da skupno število ur te kategorije delimo s številom tednov (15).

Skupno število ur vseh študijskih obveznosti študenta pri predmetu dobimo tako, da pomnožimo število kreditnih točk (ECTS) s 25 urami. 60 kreditnih točk v študijskem letu ustreza 1500 uram skupnega študentovega dela v študijskem letu.

V predmetniku so povsod navedeni seštevki skupnega števila kontaktnih ur pri vseh predmetih, ne pa vedno tudi po posameznih kategorijah, ker so ti seštevki odvisni od izbirnih predmetov. Slednji se namreč lahko po sestavi kontaktnih ur razlikujejo.

Univerzitetni študijski program 1. stopnje Elektrotehnika

1. letnik

	"Steber"	Št.	Predmet	P	A	L	ΣK	ΣS	$\Sigma(K+S)$	ECTS	Opomba
1. semester	Obvezni – splošni	64101	Matematika I	60	45	0	105	120	225	9	
	Obvezni – splošni	64147	Mehanika in termodinamika	60	45	0	105	95	200	8	
	Obvezni – strokovni	64103	Osnove elektrotehnike I	60	30	15	105	95	200	8	
	Obvezni – strokovni	64104	Osnove programiranja	30	15	15	60	65	125	5	
			Skupaj	210	135	30	375	375	750	30	
2. semester	Obvezni – splošni	64105	Matematika II	60	30	15	105	120	225	9	
	Obvezni – splošni	64148	Atomika in optika	60	45	0	105	95	200	8	
	Obvezni – strokovni	64107	Osnove elektrotehnike II	60	15	30	105	95	200	8	
	Obvezni – strokovni	64108	Programiranje mikrokrmilnikov	30	15	15	60	65	125	5	
			Skupaj	210	105	60	375	375	750	30	
		Skupaj letnik	420	240	90	750	750	1500	60		



Univerzitetni študijski program 1. stopnje Elektrotehnika

2. letnik

	"Steber"	Št.	Predmet	P	A	L	ΣK	ΣS	Σ(K+S)	ECTS	Opomba
3. semester	Obvezni – splošni	64111	Matematika III	60	30	15	105	120	225	9	
	Obvezni – strokovni	64112	Meritve	45	0	45	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64113	Digitalne strukture	45	15	30	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64114	Komunikacijski sistemi	45	15	30	90	85	175	7	
			Skupaj	195	60	120	375	375	750	30	
4. semester	Obvezni – splošni	64115	Matematika IV	45	15	15	75	75	150	6	
	Obvezni – strokovni	64116	Merilna instrumentacija	30	0	30	60	65	125	5	
	Obvezni – strokovni	64117	Električni stroji	45	15	30	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64118	Polprevodniška elektronika	45	15	30	90	85	175	7	
	Izbirni – strokovni	64119	Avtomatsko vodenje sistemov	45	0	15	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64120	Digitalni elektronski sistemi	30	0	30	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	44121	Energetika in okolje	30	0	30	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64122	Informacijski sistemi	45	0	15	60	65	125	5	1
			Skupaj				375	375	750	30	
		Skupaj letnik				750	750	1500	60		

¹ Študent izbere en izbirni strokovni predmet v obsegu 5 ECTS (skupaj 4 kontaktne ure tedensko) izmed štirih, tukaj ponujenih izbirnih strokovnih predmetov, po priporočilu tutorja, načeloma glede na predvideno smer v 3. letniku. Študent se odloči za ta izbirni strokovni predmet ob vpisu.



Univerzitetni študijski program 1. stopnje Elektrotehnika

Študent se pri vpisu v 3. letnik odloči za eno izmed štirih smeri:

- Avtomatika,
- Elektronika,
- Energetika in mehatronika,
- Telekomunikacije

SMER: Avtomatika

3. letnik

	"Steber"	Št.	Predmet	P	A	L	ΣK	ΣS	Σ(K+S)	ECTS	Opomba
5. semester	Obvezni – strokovni	64123	Gradniki sistemov vodenja	45	0	45	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64124	Analiza sistemov	45	15	30	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64125	Signali	45	0	30	75	75	150	6	
	Obvezni – strokovni	64126	Osnove robotike	30	0	30	60	65	125	5	
	Izbirni – strokovni	64127	Optoelektronika	30	0	30	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64128	Osnove mehatronike	30	0	30	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64129	Inteligentni sistemi	45	0	15	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64130	Numerične metode	30	0	30	60	65	125	5	1
			Skupaj				375	375	750	30	
6. semester	Obvezni – strokovni	64131	Elektronika v avtomatiki	45	0	45	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64132	Industrijski krmilni in regulacijski sistemi	45	0	45	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64133	Računalniška simulacija	45	0	30	75	75	150	6	
	Izbirni – splošni	64134	Modul A: Navidezna resničnost	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64135	Modul A: Slikovna informatika	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64136	Modul B: Načrtovanje vgrajenih sistemov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64137	Modul B: Programiranje vgrajenih sistemov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64138	Modul C: Nizkonap. elektroenerg. inštalacije	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64139	Modul C: Programirljivi krmilni sistemi	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64140	Modul D: Svetovni splet	45	0	15	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64141	Modul D: Multimedijski sistemi	45	0	15	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64142	Modul E: Projektno vodenje, inovativnost in timsko delo	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64143	Modul E: Zasnova in razvoj izdelkov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni								250	10	2
				Skupaj						750	30
			Skupaj letnik						1500	60	

¹ Študent izbere en izbirni strokovni predmet v obsegu 5 ECTS (skupaj 4 kontaktne ure tedensko) izmed petih, tukaj ponujenih izbirnih predmetov. Študent se odloči za ta izbirni predmet pri vpisu v 3. letnik. Med ponujenimi izbirnimi predmeti so poleg predmeta *Numerične metode* tudi strokovni predmeti, ki so obvezni strokovni predmeti za študente drugih smeri, a na osnovnejši ravni, tako da vključitev vanje ne predstavlja težav. S tem je omogočeno pridobivanje znanj širše od izbrane smeri.

² Študent izbere en izbirni modul (A, B, C, D ali E) v obsegu 10 ECTS (skupaj 8 kontaktnih ur tedensko) izmed petih, tukaj ponujenih izbirnih modulov, lahko pa na tem mestu prenese 10 ECTS, ki jih pridobi v drugih študijskih programih. Sicer se študent odloči za ta izbirni modul pri vpisu v 3. letnik. Tukaj ponjeni izbirni moduli vsebujejo po **dva vezana predmeta** (vsak predmet po 5 ECTS) v skupnem obsegu 10 ECTS. Z izbirnimi moduli (ki vsebujejo po dva vezana predmeta) se zagotavlja izvedljivost ponujene izbirnosti, kajti pri dveh poljubno izberljivih predmetih izmed desetih se na urniku vseh teh 10 izbirnih predmetov ne bi smelo prekrivati.



Univerzitetni študijski program 1. stopnje Elektrotehnika

SMER: Elektronika

3. letnik

	"Steber"	Št.	Predmet	P	A	L	ΣK	ΣS	Σ(K+S)	ECTS	Opomba
5. semester	Obvezni – strokovni	64144	Linearna elektronika	45	15	30	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64145	Signali in sistemi	45	15	30	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64146	Elektronske komponente in senzorji	45	15	15	75	75	150	6	
	Obvezni – strokovni	64127	Optoelektronika	30	0	30	60	65	125	5	
	Izbirni – strokovni	64126	Osnove robotike	30	0	30	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64128	Osnove mehatronike	30	0	30	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64129	Inteligentni sistemi	45	0	15	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64130	Numerične metode	30	0	30	60	65	125	5	1
			Skupaj				375	375	750	30	
6. semester	Obvezni – strokovni	64125	Analogna elektronska vezja	45	0	45	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64153	Diskretni signali in sistemi	45	15	30	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64154	Govorne in slikovne tehnologije	45	0	30	75	75	150	6	
	Izbirni – splošni	64134	Modul A: Navidezna resničnost	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64135	Modul A: Slikovna informatika	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64136	Modul B: Načrtovanje vgrajenih sistemov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64137	Modul B: Programiranje vgrajenih sistemov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64138	Modul C: Nizkonap. elektroenerg. inštalacije	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64139	Modul C: Programirljivi krmilni sistemi	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64140	Modul D: Svetovni splet	45	0	15	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64141	Modul D: Multimedijski sistemi	45	0	15	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64142	Modul E: Projektno vodenje, inovativnost in timsko delo	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64143	Modul E: Zasnova in razvoj izdelkov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni								250	10	2
			Skupaj						750	30	
			Skupaj letnik						1500	60	

¹ Študent izbere en izbirni strokovni predmet v obsegu 5 ECTS (skupaj 4 kontaktne ure tedensko) izmed petih, tukaj ponujenih izbirnih predmetov. Študent se odloči za ta izbirni predmet pri vpisu v 3. letnik. Med ponujenimi izbirnimi predmeti so poleg predmeta *Numerične metode* tudi strokovni predmeti, ki so obvezni strokovni predmeti za študente drugih smeri, a na osnovnejši ravni, tako da vključitev vanje ne predstavlja težav. S tem je omogočeno pridobivanje znanj širše od izbrane smeri.

² Študent izbere en izbirni modul (A, B, C, D ali E) v obsegu 10 ECTS (skupaj 8 kontaktnih ur tedensko) izmed petih, tukaj ponujenih izbirnih modulov, lahko pa na tem mestu prenese 10 ECTS, ki jih pridobi v drugih študijskih programih. Sicer se študent odloči za ta izbirni modul pri vpisu v 3. letnik. Tukaj ponujeni izbirni moduli vsebujejo po **dva vezana predmeta** (vsak predmet po 5 ECTS) v skupnem obsegu 10 ECTS. Z izbirnimi moduli (ki vsebujejo po dva vezana predmeta) se zagotavlja izvedljivost ponujene izbirnosti, kajti pri dveh poljubno izberljivih predmetih izmed desetih se na urniku vseh teh 10 izbirnih predmetov ne bi smelo prekrivati.



Univerzitetni študijski program 1. stopnje Elektrotehnika

SMER: Energetika in mehatronika

3. letnik

	"Steber"	Št.	Predmet	P	A	L	ΣK	ΣS	Σ(K+S)	ECTS	Opomba
5. semester	Obvezni – strokovni	64155	Elektroenergetska omrežja in naprave	45	15	30	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64156	Regulacijska tehnika	60	0	30	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64157	Modeliranje električnih strojev	45	0	30	75	75	150	6	
	Obvezni – strokovni	64128	Osnove mehatronike	30	0	30	60	65	125	5	
	Izbirni – strokovni	64126	Osnove robotike	30	0	30	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64127	Optoelektronika	30	0	30	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64129	Inteligentni sistemi	45	0	15	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64130	Numerične metode	30	0	30	60	65	125	5	1
			Skupaj				375	375	750	30	
6. semester	Obvezni – strokovni	64163	Elektroenergetski sistemi	45	15	30	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64164	Energetska elektronika	60	0	30	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64165	Visokonapetostna tehnika	30	15	30	75	75	150	6	
	Izbirni – splošni	64134	Modul A: Navidezna resničnost	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64135	Modul A: Slikovna informatika	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64136	Modul B: Načrtovanje vgrajenih sistemov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64137	Modul B: Programiranje vgrajenih sistemov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64138	Modul C: Nizkonap. elektroenerg. inštalacije	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64139	Modul C: Programirljivi krmilni sistemi	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64140	Modul D: Svetovni splet	45	0	15	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64141	Modul D: Multimedijski sistemi	45	0	15	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64142	Modul E: Projektno vodenje, inovativnost in timsko delo	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64143	Modul E: Zasnova in razvoj izdelkov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni								250	10	2
			Skupaj						750	30	
			Skupaj letnik						1500	60	

¹ Študent izbere en izbirni strokovni predmet v obsegu 5 ECTS (skupaj 4 kontaktne ure tedensko) izmed petih, tukaj ponujenih izbirnih predmetov. Študent se odloči za ta izbirni predmet pri vpisu v 3. letnik. Med ponujenimi izbirnimi predmeti so poleg predmeta *Numerične metode* tudi strokovni predmeti, ki so obvezni strokovni predmeti za študente drugih smeri, a na osnovnejši ravni, tako da vključitev vanje ne predstavlja težav. S tem je omogočeno pridobivanje znanj širše od izbrane smeri.

² Študent izbere en izbirni modul (A, B, C, D ali E) v obsegu 10 ECTS (skupaj 8 kontaktnih ur tedensko) izmed petih, tukaj ponujenih izbirnih modulov, lahko pa na tem mestu prenese 10 ECTS, ki jih pridobi v drugih študijskih programih. Sicer se študent odloči za ta izbirni modul pri vpisu v 3. letnik. Tukaj ponjeni izbirni moduli vsebujejo po **dva vezana predmeta** (vsak predmet po 5 ECTS) v skupnem obsegu 10 ECTS. Z izbirnimi moduli (ki vsebujejo po dva vezana predmeta) se zagotavlja izvedljivost ponujene izbirnosti, kajti pri dveh poljubno izberljivih predmetih izmed desetih se na urniku vseh teh 10 izbirnih predmetov ne bi smelo prekrivati.



Univerzitetni študijski program 1. stopnje Elektrotehnika

SMER: Telekomunikacije

3. letnik

	"Steber"	Št.	Predmet	P	A	L	ΣK	ΣS	Σ(K+S)	ECTS	Opomba
5. semester	Obvezni – strokovni	64166	Zvezni signali in sistemi	45	45	0	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64167	Elektrodinamika	45	0	45	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64168	Teorija informacij in izvorno kodiranje	45	0	30	75	75	150	6	
	Obvezni – strokovni	64129	Inteligentni sistemi	45	0	15	60	65	125	5	
	Izbirni – strokovni	64126	Osnove robotike	30	0	30	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64127	Optoelektronika	30	0	30	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64128	Osnove mehatronike	30	0	30	60	65	125	5	1
	Izbirni – strokovni	64130	Numerične metode	30	0	30	60	65	125	5	1
				Skupaj				375	375	750	30
6. semester	Obvezni – strokovni	64174	Digitalna obdelava signalov	45	0	45	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64175	Digitalne komunikacije	45	15	30	90	85	175	7	
	Obvezni – strokovni	64176	Telekomunikacijski protokoli	45	0	30	75	75	150	6	
	Izbirni – splošni	64134	Modul A: Navidezna resničnost	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64135	Modul A: Slikovna informatika	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64136	Modul B: Načrtovanje vgrajenih sistemov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64137	Modul B: Programiranje vgrajenih sistemov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64138	Modul C: Nizkonap. elektroenerg. inštalacije	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64139	Modul C: Programirljivi krmilni sistemi	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64140	Modul D: Svetovni splet	45	0	15	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64141	Modul D: Multimedijski sistemi	45	0	15	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64142	Modul E: Projektno vodenje, inovativnost in timsko delo	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni	64143	Modul E: Zasnova in razvoj izdelkov	30	0	30	60	65	125	5	2
	Izbirni – splošni								250	10	2
			Skupaj						750	30	
			Skupaj letnik						1500	60	

¹ Študent izbere en izbirni strokovni predmet v obsegu 5 ECTS (skupaj 4 kontaktne ure tedensko) izmed petih, tukaj ponujenih izbirnih predmetov. Študent se odloči za ta izbirni predmet pri vpisu v 3. letnik. Med ponujenimi izbirnimi predmeti so poleg predmeta *Numerične metode* tudi strokovni predmeti, ki so obvezni strokovni predmeti za študente drugih smeri, a na osnovnejši ravni, tako da vključitev vanje ne predstavlja težav. S tem je omogočeno pridobivanje znanj širše od izbrane smeri.

² Študent izbere en izbirni modul (A, B, C, D ali E) v obsegu 10 ECTS (skupaj 8 kontaktnih ur tedensko) izmed petih, tukaj ponujenih izbirnih modulov, lahko pa na tem mestu prenese 10 ECTS, ki jih pridobi v drugih študijskih programih. Sicer se študent odloči za ta izbirni modul pri vpisu v 3. letnik. Tukaj ponujeni izbirni moduli vsebujejo po **dva vezana predmeta** (vsak predmet po 5 ECTS) v skupnem obsegu 10 ECTS. Z izbirnimi moduli (ki vsebujejo po dva vezana predmeta) se zagotavlja izvedljivost ponujene izbirnosti, kajti pri dveh poljubno izberljivih predmetih izmed desetih se na urniku vseh teh 10 izbirnih predmetov ne bi smelo prekrivati.



Predvideni nosilci predmetov

Letnik	Semester	Št.	Predmet	Priimek in ime nosilca
1	1	64101	Matematika I	Dolinar Gregor
1	1	64147	Mehanika in termodinamika	Iglič Aleš
1	1	64103	Osnove elektrotehnike I	Sinigoj Anton R.
1	1	64104	Osnove programiranja	Fajfar Iztok
1	2	64105	Matematika II	Dolinar Gregor
1	2	64148	Fizika II	Iglič Aleš
1	2	64107	Osnove elektrotehnike II	Sinigoj Anton R.
1	2	64108	Programiranje mikrokrmilnikov	Fajfar Iztok
2	3	64111	Matematika III	Dolinar Gregor
2	3	64112	Meritve	Drnovšek Janko, Agrež Dušan
2	3	64113	Digitalne strukture	Kotnik Tadej
2	3	64114	Komunikacijski sistemi	Bešter Janez, Kos Andrej
2	4	64115	Matematika IV	Hajdinjak Melita
2	4	64116	Merilna instrumentacija	Drnovšek Janko, Agrež Dušan
2	4	64117	Električni stroji	Miljavec Damijan
2	4	64118	Polprevodniška elektronika	Smole Franc
2	4	64119	Avtomatsko vodenje sistemov	Zupančič Borut
2	4	64120	Digitalni elektronski sistemi	Trost Andrej
2	4	44121	Energetika in okolje	Čepin Marko
2	4	64122	Informacijski sistemi	Tomažič Sašo
3	5	64126	Osnove robotike	Munih Marko
3	5	64127	Optoelektronika	Krč Janez
3	5	64128	Osnove mehatronike	Ambrožič Vanja
3	5	64129	Inteligentni sistemi	Zajc Matej, Meža Marko
3	5	64130	Numerične metode	Žagar Emil
3	5	64123	Gradniki sistemov vodenja	Blažič Sašo, Belič Aleš
3	5	64124	Analiza sistemov	Pernuš Franjo
3	5	64125	Signali	Mihelič France
3	5	64144	Linearna elektronika	Žemva Andrej
3	5	64145	Signali in sistemi	Smole Franc
3	5	64146	Elektronske komponente in senzorji	Možek Matej
3	5	64155	Elektroenergetska omrežja in naprave	Blažič Boštjan
3	5	64156	Regulacijska tehnika	Nedeljković David, Ambrožič Vanja
3	5	64157	Modeliranje električnih strojev	Miljavec Damijan
3	5	64166	Zvezni signali in sistemi	Košir Andrej
3	5	64167	Elektrodinamika	Vidmar Matjaž
3	5	64168	Teorija informacij in izvorno kodiranje	Levstek Andrej
3	6	64134	Navidezna resničnost	Mihelj Matjaž
3	6	64135	Slikovna informatika	Likar Boštjan
3	6	64136	Načrtovanje vgrajenih sistemov	Tuma Tadej
3	6	64137	Programiranje vgrajenih sistemov	Tuma Tadej
3	6	64138	Programirljivi krmilni sistemi	Nedeljković David
3	6	64139	Nizkonapetostne elektroenergetske inštalacije	Bizjak Grega
3	6	64140	Svetovni splet	Sodnik Jaka
3	6	64141	Multimedijski sistemi	Bešter Janez, Pogačnik Matevž
3	6	64142	Projektno vodenje, inovativnost in timsko delo	Miklavčič Damijan
3	6	64143	Zasnova in razvoj izdelkov	Likar Boštjan
3	6	64131	Elektronika v avtomatiki	Murovec Boštjan
3	6	64132	Industrijski krmilni in regulacijski sistemi	Škrjanc Igor
3	6	64133	Računalniška simulacija	Zupančič Borut
3	6	64125	Analogna elektronska vezja	Krč Janez
3	6	64153	Diskretni signali in sistemi	Levstek Andrej
3	6	64154	Govorne in slikovne tehnologije	Mihelič France
3	6	64163	Elektroenergetski sistemi	Pantoš Miloš
3	6	64164	Energetska elektronika	Vončina Danijel, Zajec Peter
3	6	64165	Visokonapetostna tehnika	Papič Igor
3	6	64174	Digitalna obdelava signalov	Tomažič Sašo
3	6	64175	Digitalne komunikacije	Tomažič Sašo
3	6	64176	Telekomunikacijski protokoli	Hercog Drago



10. Podatki o možnosti izbirnih predmetov in mobilnosti

Podrobnosti o izbirnih predmetih so razvidne iz predmetnika, podanega pod točko 9.

V 1. letniku ni izbirnih predmetov.

V 2. letniku (poletni semester) študent izbere en izbirni strokovni predmet (v obsegu 5 ECTS) od štirih ponujenih, ki se izvajajo na Fakulteti za elektrotehniko UL.

V 3. letniku je široka izbira ponujena najprej z izbiro ene izmed štirih smeri, ki nimajo več skupnih obveznih predmetov.

Nadalje je v zimskem semestru 3. letnika možno izbrati enega izmed petih razpoložljivih izbirnih strokovnih predmetov, ki se izvajajo na Fakulteti za elektrotehniko UL: poleg predmeta *Numerične metode* so v tem naboru tudi strokovni predmeti, ki so sicer obvezni strokovni predmeti za študente drugih smeri programa Elektrotehnika.

V poletnem semestru 3. letnika lahko študent izbere en izbirni modul (A, B, C, D ali E) v obsegu 10 ECTS izmed petih ponujenih izbirnih modulov, ki se izvajajo na Fakulteti za elektrotehniko UL, lahko pa na tem mestu prenese 10 ECTS, ki jih pridobi v drugih študijskih programih (mobilnost).



11. Kratka predstavitev posameznih predmetov

Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
1	1	64101	<p>Matematika I</p> <p>Cilji in kompetence: Osvojiti osnovne pojme matematične analize ter razširiti in poglobiti njihovo razumevanje. Razvoj analitičnega razmišljanja in natančnega logičnega sklepanja.</p> <p>Vsebina: Številске množice (naravna števila, racionalna števila, realna števila, kompleksna števila). Zaporedja (stekališče, limita, omejenost). Številске vrste (konvergenca, kriteriji za konvergenco vrste, alternirajoča vrsta). Funkcije (definijsko 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).</p> <p>Gradiva: G. Dolinar: Matematika 1, Fakulteta za elektrotehniko, Založba FE in FRI, 2010 G. Tomšič, B. Orel, N. Mramor Kosta: Matematika I, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2004 G. B. Thomas: Thomas' Calculus, Pearson Education, 2005 G. Dolinar, U. Demšar: Rešene naloge iz Matematike I za VSP, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2004 B. Jurčič-Zlobec, N. Mramor Kosta: Zbirka nalog iz Matematike I, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2001 Spletna stran http://matematika.fe.uni-lj.si/</p>
1	1	64147	<p>Mehanika in termodinamika</p> <p>Cilji in kompetence: Splošne osnove tehnične in naravoslovne izobrazbe. Pridobljena sposobnost logičnega naravoslovnega in tehničnega razmišljanja.</p> <p>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 toplote, toplotni in hladilni stroji, toplotno raztezanje trdnih snovi in kapljev in</p> <p>Gradiva: 1. Raymond A. Serway: Physics (international edition), Saunders Golden Sunburst Series, vsakokratna nova izdaja 2. Aleš Igljič, Veronika Kralj-Igljič: Mehanika in termodinamika, Založba FE in FRI, vsakokratna nova izdaja 3. T. Gyergyek, V. Kralj-Igljič, A. Igljič, M. Fošnar: Vaje iz Fizike 1, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, vsakokratna nova izdaja 4. J. Strnad: Fizika 1. del: Mehanika, toplota, DMFA, vsakokratna nova izdaja</p>
1	1	64103	<p>Osnove elektrotehnike I</p> <p>Cilji in kompetence: Spoznati in uporabljati zakone električnega in tokovnega polja ter enosmernih električnih vezij. Snov predmeta je osnova za spremljanje strokovnih predmetov v višjih letnikih študija elektrotehnike.</p> <p>Vsebina: 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, nevtrlnost 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.</p> <p>Gradiva: Sinigoj A. R.: Osnove elektromagnetike, Založba FE in FRI, Ljubljana, 1994. Sinigoj A. R.: Elektrotehnika 1 in 2, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2006. Križaj D.: Osnove elektrotehnike I, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2012. Humar I., Bulić E., Sinigoj A. R.: OE I - LAB, Laboratorijske vaje. Založba FE in FRI, Ljubljana, 2013. Duffin W. J.: Electricity and magnetism, McGraw-Hill, London, 1990. Popović D. B.: Osnovi elektrotehnike 1 in 2, Građevanska knjiga, Beograd, 1986. Purcell E. M.: Electricity and magnetism, McGraw-Hill, New York, 1965. Albach M.: Grundlagen der Electrotechnik 1 in 2, Pearson Studium, Muenchen, 2005. Sinigoj A. R.: Elektrotehnika 1 in 2, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2006. Spletna stran http://torina.fe.uni-lj.si/oe/.</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet
			<p>Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura</p>
1	1	64104	<p>Osnove programiranja Cilji in kompetence: Študenti bodo obvladali osnove algoritemskega in systemskega načina reševanja problemov. Naučili se bodo večšin računalniškega programiranja in preizkušanja programskih rešitev. Snov je zasnovana tako, da predstavlja podlago za učenje programskega jezika C. Vsebina: Predmet najprej obravnava osnovne pojme računalnikov in računalniškega programiranja. V nadaljevanju se osredotoča na konkretne 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: Uvod: splošni principi programskih jezikov načrtovanje, gradnja in preizkušanje programske opreme Oblikovanje spletnih strani z jezikoma HTML in CSS: zgradba dokumenta in osnovni elementi osnovni principi oblikovanja s CSS Programiranje spletnih strani z jezikom JavaScript: spremenljivke krmilni stavki funkcije dogodki Gradiva: I. Fajfar: XHTML in JavaScript za pokušino, Založba FE in FRI, 2005 Spletna stran W3 Schools (www.w3schools.com) Mozilla Developer Network (developer.mozilla.org) Matthew MacDonald, HTML5, The Missing Manual, O'Reilly, 2011 David Sawyer McFarland, CSS3, The Missing Manual, O'Reilly, 2013 John Pollock: JavaScript: A Beginner's Guide, Osborne McGraw-Hill, 2009 David Flanagan: JavaScript, The Definitive Guide, O'Reilly, 2011 David Sawyer McFarland, JavaScript, The Missing Manual, O'Reilly, 2012</p>
1	2	64105	<p>Matematika II Cilji in kompetence: Osvojiti in nadgraditi osnovne matematične pojme, postopke in zakonitosti ter poglobiti njihovo razumevanje. Razvoj analitičnega razmišljanja ter skrbnega in natančnega sklepanja. Spoznati programsko orodje za simbolno računanje (npr. Mathematica). Vsebina: Matrike (osnovne operacije, množenje, rang, determinanta, lastne vrednosti, lastni vektorji). Sistemi linearnih enačb (Gaussova metoda, 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). Diferencialne enačbe (enačbe prvega reda (ločljive spremenljivke, linearna, eksaktna), linearne enačbe višjih redov (konstantni koeficienti, Eulerjeva), sistemi diferencialnih enačb, linearno neodvisne rešitve). Gradiva: G. Tomšič, N. Mramor Kosta, B. Orel: Matematika II, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2005 E. Kreyszig: Advanced engineering mathematics, John Wiley & Sons, 2006 George B. Thompson, jr., Maurice D. Weir, Joel Hass, Frank R. Giordano, Thomas' Calculus, Pearson, Addison Wesley, 2005. David C. Lay, Linear algebra and its applications, Pearson, Addison Wesley, 2011 N. Mramor Kosta, B. Jurčič-Zlobec: Zbirka nalog iz Matematike II, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2005 G. Dolinar: Rešene naloge iz Matematike II za VSŠ, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2005 Spletna stran http://matematika.fe.uni-lj.si/</p>
1	2	64148	<p>Atomika in optika Cilji in kompetence: Pridobljeno znanje študentom omogoči razumevanje električnih in magnetnih lastnosti snovi, ki so pomembne v elektrotehniko. Študenti bodo pridobili splošne osnove tehnične in naravoslovne izobrazbe ter sposobnosti logičnega naravoslovnega in tehničnega razmišljanja. 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 trdnih 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. Gradiva: Raymond A. Serway: Physics (international edition), Saunders Golden Sunburst Series, vsakokratna nova izdaja se nahaja na domači strani Laboratorija za biofiziko FE A. Igljč: Električne lastnosti snovi, Fakulteta za elektrotehniko, Založba FE in FRI, vsakokratna nova izdaja J. Strnad: Fizika 2. del: Električna optika, DMFA, vsakokratna nova izdaja J. Strnad: Fizika 3. del: Posebna teorija relativnosti, kvantna fizika, atomi, vsakokratna nova izdaja T. Gyergyek, V. Kralj-Igljč, A. Igljč, M. Fošnaric: Vaje iz fizike II, Založba FE in FRI, vsakokratna nova izdaja</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
1	2	64107	Osnove elektrotehnike II Cilji in kompetence: Spoznati in uporabljati zakone magnetnega in inducirane električnega polja ter električnih vezij spremenljivih tokov in napetosti. Snov predmeta je osnova za spremljanje strokovnih predmetov v višjih letnikih študija elektrotehnike. Vsebina: 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 inducirane 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, admitanca in kompleksna moč. Resonanca. Harmonična električna vezja. Analiza vezij in teoremi. Transformator. Trifazni sistem in vezave bremen. Vrtlino magnetno polje. Gradiva: Sinigoj A. R.: Osnove elektromagnetike, Založba FE in FRI, Ljubljana, 1994. Sinigoj A. R.: Elektrotehnika II, III, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2006. Križaj D.: Osnove elektrotehnike II, Magnetika., Založba FE in FRI, Ljubljana, 2012. Humar I., Bulić E., Sinigoj A. R.: OE I - LAB, Laboratorijske vaje. Založba FE in FRI, Ljubljana, 2013. Duffin W. J.: Electricity and magnetism, McGraw-Hill, London, 1990. Popović D. B.: Osnovi elektrotehnike 1 in 2, Građevanska knjiga, Beograd, 1986. Halliday D. Resnick R., Walker J., Fundamentals of Physics, John Wiley, 1997. Purcell E. M.: Electricity and magnetism, McGraw-Hill, New York, 1965. Albach M.: Grundlagen der Elektrotechnik 1 und 2, Pearson Studium, Muenchen, 2005. spletna stran http://torina.fe.uni-lj.si/oe/
1	2	64108	Programiranje mikrokrmilnikov Cilji in kompetence: Študenti bodo osvojili osnovno znanje programskega jezika C. Spoznali bodo osnovne principe delovanja mikrokrmilnikov, priključevanja naprav ter osnovnih načel sistemov v realnem času. 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, nižjenivojske operacije. Učni sistem Arduino: osnove vgrajenih sistemov, priklop in krmiljenje perifernih naprav, večopravilni sistemi in sistemi v realnem času. Gradiva: I. Fajfar: Uvod v programski jezik C, zapiski predavanj, 2014 S. G. Kochan: Programming in C (4th Edition), 2014 K. N. King: C Programming - A Modern Approach, 2008 H. Schildt: Teach Yourself C, McGraw-Hill, 1997 R. P. Halpern: C for Yourself: Learning C Using Experiments, Oxford University Press, 1997 How C Programming Works (www.howstuffworks.com) www.cprogramming.com



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
2	3	64111	Matematika III Cilji in kompetence: Nadgradnja osnovnih pojmov matematične analize, postopkov in zakonitosti. Njihova osvojitve in sposobnost uporabe pri tehničnih problemih. Razvoj analitičnega razmišljanja ter skrbnega in natančnega sklepanja. Vsebina: Diferencialna geometrija (krivulja, ploskev v prostoru). Mnogotermni integral (integral s parametrom, dvojni in trojni integral). Vektorska analiza (gradient, divergenca, rotor, operator nabra). Krivuljni in ploskovni integral (Greenova formula, Gaussov izrek, Stokesova formula). Kompleksna analiza (analitične funkcije, elementarne kompleksne funkcije, integriranje kompleksnih funkcij, Laurentova vrsta, teorija residuov). Gradiva: G. Tomšič, T. Slivnik: Matematika III, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2001 E. Kreyszig: Advanced engineering mathematics, John Wiley & Sons, 2006 G. B. Thomas: Thomas' Calculus, Pearson Education, 2005 T. Žitko: Zbirka nalog iz Matematike III, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2006 G. Dolinar: Rešene naloge iz Matematike III, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2005 Spletna stran http://matematika.fe.uni-lj.si/
2	3	64112	Meritve Cilji in kompetence: proučiti temelje metrologije in metroloških sistemov, enote SI, povezave z drugimi področji znanosti, uvesti osnovne principe in obdelati prevladujočo tehniško prakso pri merjenju najbolj pomembnih veličin v tehniki, lastnosti merilnih signalov seznaniti s postopki in metodami merjenja osnovnih električnih veličin in ugotavljanje karakteristik merilnih pretvornikov koncept merjenja ter razumevanje in interpretacija merilnih rezultatov proučiti vlogo statistike in analizo merilne negotovosti uvod v praktično laboratorijsko/instrumentacijsko delo seznanitev z varnostnimi zahtevami in zaščito pri uporabi merilne instrumentacije in stikom z električno energijo Vsebina: meroslovni sistemi (veličine, enote, realizacija, etaloni, diseminacija, sledljivost, umerjanje, preskušanje), temeljni principi merjenja in informacijska vsebina signalov, merilne strategije, merilna točnost in negotovost (absolutni in relativni pogrešek, merilni rezultat, prava vrednost, statistična obdelava rezultatov, merilna negotovost), prilagajanje signalov, merjenje električnih veličin (napetost, tok, moč, upornost, kapacitivnost, induktivnost, frekvenca, fazni kot, faktor moči, frekvenčni spekter...), uporaba osnovne merilne instrumentacije (ampermeter, voltmeter, vatmeter, osciloskopi, vektorski analizator...), merjenje neelektričnih veličin (temperatura, vlaga, tlak, sila, pomik, hrup, ...). Gradiva: Dunn P.F., Measurement and Data Analysis for Engineering and Science, Second Edition, CRC Press, 2010. Morris A.S., Measurement and Instrumentation Principles, Third Edition, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2010. Agrež D. in ostali, Meritve - laboratorijski praktikum (ver. 3), University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, 2013. G. Geršak in ostali, Metrologija, University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, 2012. Tumanski S., Principles of Electrical Measurement, Taylor & Francis, CRC Press, 2006. 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).



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
2	3	64113	<p>Digitalne strukture</p> <p>Cilji in kompetence: Spoznati teoretične osnove logičnega odločanja in pomnjenja v digitalnih strukturah. Pridobiti znanje za praktično načrtovanje, izdelavo in preizkušanje digitalnih struktur.</p> <p>Vsebina: Številski sistemi in kode: številski sistemi, kode in kodiranje, odkrivanje in odpravljanje napak. Booleova algebra: izjave in Booleove spremenljivke, 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, funkcijsko polni 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 podprto načrtovanje digitalnih struktur: minimizatorji, urejevalniki shemat-skih prikazov, simulatorji vezij, strojno opisni jeziki, sintetizatorji geometrije tiskanih vezij. Sekvenčna vezja: spominske celice, pravilnostna in vzbujalna tabela, stabilizatorji preklopnikov, registri, števcvi, pomikalni registri, krožni števcvi, vzbujalne enačbe, tabela in diagram stanj, analiza in sinteza sekvenčnih vezij. Tristanjski izravnalniki in vodila: izravnalnik, izravnalnik s histerezo, tristanjski izravnalniki in serijska vodila, tristanjski vmesniki in paralelna vodila. 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. Dodatne vsebine (podane v primeru razpoložljivega časa, a ne sodijo v izpitno snov): mikrokrmilniki, mikroprocesorji, analog-digitalni in digitalno-analogni pretvorniki, generatorji takta in urinih pulzov.</p> <p>Gradiva: J. F. Wakerly. Digital Design: Principles and Practices, 4th ed. Pearson/Prentice Hall, 2006. M. Morris Mano, M. D. Ciletti. Digital Design, 4th ed. Pearson/Prentice Hall, 2007. W. Kleitz. Digital Electronics, 9th ed. Pearson, 2012. C. Maxfield. Bebob to the Boolean Boogie, 3rd ed. Newnes, 2009. G. Pucihar, T. Kotnik. Digitalne strukture: Zbirka rešenih nalog. Založba FE in FRI, 2011.</p>
2	3	64114	<p>Komunikacijski sistemi</p> <p>Cilji in kompetence: Predmet podaja temeljna znanja s področja komunikacijskih rabe in delovanja sistemov, ki so potrebna za bodoče inženirje tehnične stroke.</p> <p>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 multimedijske, hkrati pa je osnova za spremljanje strokovnih predmetov v višjih letnikih študija telekomunikacij in multimedijske.</p> <p>Vsebina: Temeljni pojmi s področja komunikacij in telekomunikacij. Informacijska družba in informacijski viri. Uporaba informacijskih virov, podatkov in informacij ter komunikacijske storitve v izobraževanju. Uporabniki in ponudniki informacijskih in telekomunikacijskih storitev ter vsebine in aplikacije teh storitev. Model komunikacijskega kanala. Digitalni prenos podatkov. Časovni potek komunikacije. Pomen telekomunikacijskih slojev, skladov, protokolov, protokolnih enot; referenčni model OSI in sklad TCP/IP. Osnovni koncepti komunikacijskih sistemov: multipleksiranje in paketno in tokokrogovno posredovanje, povezana in nepovezavna usmerjenost. Komunikacijska vodila. Sinhroni/asinhroni prenos podatkov. Lastnosti vodil in omejitve pri delovanju. Arhitekture telekomunikacijskih omrežij, dostop, jedro in omrežja nosilnih storitev. Primeri in delovanje nekaterih sistemov za zagotavljanje komunikacijskih storitev: ethernet, xDSL, brezžična in mobilna komunikacijska omrežja, internetni sistem s TCP/IP, satelitska in radiodifuzna omrežja. Omrežja nosilnih storitev: žični sistemi, brezžični sistemi, širokopasovnost, mobilnost. Osnove spleta in spletnih tehnologij. Klasične storitve internetnega okolja in internetne aplikacije. Koncept in praktični primeri uporabe interneta stvari. Konvergenčne storitve, video, govor, osnove interaktivnih multimedijskih elementov in storitev ter radiodifuzije.</p> <p>Gradiva: Comer, D.: Internetworking with TCP/IP, Vol 1 (6th Edition), ISBN-10: 013608530X, 2013, Addison-Wesley. Tannenbaum, A.S.: Computer networks, 5th ed., international ed., ISBN 978-0-13-255317-9, 2011, Pearson. Stallings, W.: Data and computer communications, 9th ed., ISBN 978-0-13-139205-2, 2011, Prentice Hall. Fall, K. R., Stevens, W. R.: TCP/IP illustrated. Vol. 1, The protocols, 2nd ed., ISBN 978-0-321-33631-6, 2012, Addison-Wesley.</p>
2	4	64115	<p>Matematika IV</p> <p>Cilji in kompetence: Nadgradnja pojmov, postopkov in zakonitosti matematične analize. Njihova osvojitve in sposobnost uporabe pri tehničnih problemih. Razvoj analitičnega razmišljanja ter skrbnega in natančnega sklepanja.</p> <p>Vsebina: Integralske transformacije (Fourierova transformacija, Laplaceova transformacija). Specialne funkcije (Gamma funkcija, Beta funkcija, Besselova funkcija). Parcialne diferencialne enačbe (enačba valovanja, enačba za prevajanje toplote, Laplaceova enačba). Variacijski račun (Eulerjeva enačba). Metoda končnih elementov.</p> <p>Gradiva: G. Tomšič, T. Slivnik: Matematika IV, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2004 E. Kreyszig: Advanced engineering mathematics, John Wiley & Sons, 2006 T. Žitko: Zbirka nalog iz Matematike IV, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2004 Spletna stran http://matematika.fe.uni-lj.si/</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet
2	4	64116	<p>Merilna instrumentacija</p> <p>Cilji in kompetence: spoznati osnovno zgradbo merilnih instrumentov in sistemov, njihovih statičnih in dinamičnih lastnosti ter odvisnost od vplivnih veličin, uvesti osnovne principe digitalizacije merjenih signalov v časovnem in frekvenčnem prostoru, spoznati programsko in strojno opremo in elemente za avtomatizacijo merilnih sistemov, spoznati napredne komunikacijske protokole in vmesnike, analizirati vpliv električnih in elektronskih merilnih instrumentov na razmere v vezju, spoznati nekatere osnovne značilnosti merjenj po področjih (energetika, telekomunikacije, elektronika...) in (magnetnih) materialov.</p> <p>Vsebina: zgradba merilnih instrumentov in sistemov (struktura in elementi, statične in dinamične karakteristike, vplivne veličine, analogno in digitalno prilagajanje in obdelava signalov), elektronski merilni instrumenti (multimeter, analogni in digitalni elektronski osciloskop, univerzalni števec, instrument z računalnikom) z ustreznimi prilagoditvenimi vezji, merilni komunikacijski vmesniki, protokoli in programska oprema, virtualni merilni instrumenti in sistemi (zgradba, strojna in programska oprema), merjenje električnih veličin in ugotavljanje karakteristik merilnih pretvornikov, mostična vezja in zmanjšanje vplivov motilnih in šumnih signalov, karakteristični merilni instrumenti in naprave po področjih (telekomunikacije, energetika, elektronika...) za materiale (specifične prevodnosti, ...) ter magnetna merjenja.</p> <p>Gradiva: Morris A.S., Measurement and Instrumentation Principles, Third Edition, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2010. Bhuyan M., Intelligent Instrumentation: Principles and Applications, CRC Press, 2010. Bentley, J.P., Principles of Measurement Systems (4. edition), Pearson, Prentice Hall, 2005. Agrež D. in ostali, Meritve in merilna instrumentacija - laboratorijski praktikum (ver. 4), University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, 2014. Tumanski S., Principles of Electrical Measurement, Taylor & Francis, CRC Press, 2006.</p>
2	4	64117	<p>Električni stroji</p> <p>Cilji in kompetence: Cilj predmeta je pridobiti teoretična znanja potrebna za razumevanje osnovnih pojmov o električnih strojih in principov delovanja različnih tipov električnih strojev. Poznavanje osnovnih modelnih vezij in vhodno izhodnih karakteristik električnih strojev. Razumevanje osnovnih preizkusov s področja električnih strojev. Podati smernice razumevanja operativnih problemov v industriji električnih strojev.</p> <p>Vsebina: Skupne osnove električnih strojev: nazivni podatki in vrste obratovanja električnih strojev, magnetno polje, inducirane napetosti, elektromagnetni navor, izgube in izkoristek, segrevanje električnih strojev, elektromagnetna kompatibilnost. Obravnavanje osnovnih električnih strojev: transformatorji, avtotransformatorji, sinhronski stroji, asinhronski stroji in komutatorski stroji. Predstavitev in obravnavanje sodobnih električnih strojev ter njihova uporaba pri: generaciji električne energije obnovljivih virov energije, avtomatizaciji industrijskih procesov, prevoznih sredstvih (hibridna vozila, robotiki, superprevodnih sistemih, električnih orodjih in mikro-elektromehanskih sistemih).</p> <p>Gradiva: Damijan Miljavec, Peter Jereb: Električni stroji – temeljna znanja, Ljubljana, 2008 Stephen J. Chapman, Electric Machinery Fundamentals, McGraw-Hill Higher Education: 5 edition, 2011 Austin Hughes, Bill Drury: Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications, Newnes, 4th Revised edition edition, 2013 Dino Zorbas, Electric Machines, Nelson Engineering, 2014 P. C. Sen, Principles of Electric Machines and Power Electronics, John Wiley & Sons; 3rd Edition, 2013</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet
			<p>Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura</p>
2	4	64118	<p>Polprevodniška elektronika</p> <p>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.</p> <p>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: npn-diode, diak, tiristor, triak, IGBT. Fotonski polprevodniški elementi: absorpcija svetlobe, svetleče diode, laserske diode, fotodetektorji: fotoupor, fotodiode, pin-fotodiode, plazovna fotodiode, fototranzistor, sončne celice. Nanoelektronika in nanotehnologije: osnovne definicije, trendi na področju nanoznanosti, nanopredmetniki, transportne lastnosti polprevodniških nanostruktur, nanoelementi.</p> <p>Gradiva: Franc Smole, Polprevodniška elektronika, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2013. Smole F., Topič M., Elementi polprevodniške elektronike, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2014. Streetman B. G., Solid State Electronic Devices, Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, 1999. Donald A. Neamen, Semiconductor Physics and Devices, University of New Mexico, McGraw-Hill, 2011. S. M. Sze, Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, Inc., 2006. S. O. Kasap, Optoelectronics and Photonics, Prentice Hall, Inc., 2013. William A. Goddard, Donald W. Brenner, Sergey Edward Lyshevski, Gerald J. Iafrate, Nanoscience, Engineering, and Technology, CRC Press LLC, 2012. George W. Hanson, Fundamentals of Nanoelectronics, Pearson Prentice Hall, 2008.</p>
2	4	64119	<p>Avtomatsko vodenje sistemov</p> <p>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 enostavnejših sistemov, razumevanje principov povratne zanke, načrtovanje avtomatskega vodenja enostavnejših procesov, poznavanje najnaprednejših računalniških orodij za analizo, modeliranje, simulacijo in načrtovanje sistemov avtomatskega vodenja.</p> <p>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 diferencialnih sistemov, stabilnost. Simulacija: simulacijska shema, indirektni način, simulacija prenosnih funkcij. Vodenje sistemov: vpeljava z bločnimi diagrami in tehnološkimi shemami, krmiljenje, regulacija, sledenje, odpravljanje motenj, učinki povratne zanke na ustaljeni pogrešek, stabilnost, primeri, osnovni industrijski regulacijski algoritmi, proporcionalno-integrirno-diferencialni-regulator: vloga posameznih členov, uglaševanje z nastavitvenimi pravili in s simulacijo, primeri. Orodja za računalniško podprto analizo in načrtovanje vodenja: Matlab, Control Toolbox, orodje za simulacijo Matlab- Simulink, okolje za večdomensko objektno orienirano modeliranje in simulacijo 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, ...</p> <p>Gradiva: Osnovna B. Zupančič, Avtomatsko vodenje sistemov, delovna verzija učbenika, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2014. S. Oblak, I. Škrjanc, Matlab s Simulinkom : priručnik za laboratorijske vaje, 1. izdaja, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2005. Dodatna B. Zupančič, Zvezni regulacijski sistemi 1. del, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2010. B. Zupančič, R. Karba, D. Matko, I. Škrjanc, Simulacija dinamičnih sistemov, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2010. R. Karba, Modeliranje procesov, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1999. 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.</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
2	4	64120	Digitalni elektronski sistemi Cilji in kompetence: Osvojiti načrtovalske postopke pri zasnovi digitalnih elektronskih sistemov za različne ciljne tehnologije. Pridobiti znanje za praktično izdelavo poljubnega digitalnega elektronskega sistema na podlagi načrtovalskih zahtev. Vsebina: Postopek zasnovanja digitalnega elektronskega sistema. Predstavitev možnih tehnoloških izvedb in ocena posamezne ciljne tehnologije s stališča porabe moči, velikosti, zmogljivosti, cene, časa zasnovave in izdelave. Predstavitev delovanja digitalnega sistema na nivoju RTL (angl.: Register-Transfer Level). Delitev digitalnega sistema na krmilni in podatkovni del. Primer zasnovave preprostega digitalnega elektronskega sistema: od algoritma do izvedbe v ciljni tehnologiji. Zasnova in izvedba mikroračunalnika: arhitektura in specifikacija delovanja, opis ukazov in razloga časovnega poteka operacij v posameznem urnem ciklu, zasnova in opis gradnikov (pomnilnik, procesorski del, krmilna logika, vodila) s strojno opisnim jezikom, izdelava gradnikov in njihova integracija v digitalni sistem. Priprava testnih programov za preizkus delovanja izdelanega mikroračunalnika. Gradiva: 1. A. Trost, Načrtovanje digitalnih vezij v jeziku VHDL, Založba FE/FRI, 2011. 2. M. Ercegovac, T. Lang, J. H. Moreno, Introduction do Digital Systems, John Wiley & Sons, 1999. 3. M. M. Mano, Logic and Computer Design Fundamentals, Prentice Hall, 2007.
2	4	64121	Energetika in okolje 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. Vsebina: Potrebe po energiji. Vloga energije v družbi. Primarni viri energije. Osnove energetskih pretvorb v električno energijo. Konvencionalni viri električne energije. Obnovljivi viri električne energije. Alternativni viri električne energije. Izkoristki pretvorb 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. Smotna 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. Gradiva: Standard Handbook for Electrical Engineers, The McGraw-Hill, 2006 B. Sorensen, Renewable Energy, Fourth Edition, Elsevier Inc., 2010 Solar Energy Engineering, Elsevier Inc., 2009 Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage, Elsevier Inc., 2007 S. Pryja, D. J. Inman, Energy Harvesting Technology, Springer, 2009 R. A. Higgins, Energy Storage, Springer, 2010
2	4	64122	Informacijski sistemi Cilji in kompetence: Predmet podaja 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 spremljanje strokovnih predmetov v višjih letnikih študija telekomunikacij. Vsebina: Osnovni pojmi o informacijskih sistemih in njihova uporaba (informacije, podatki in znanje, podatkovni viri). 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 odjemalec/strežnik). Trinivojska arhitektura (splet, aktivne strežniške aplikacije, spletne storitve). Gradiva: T. Vidmar, Informacijsko komunikacijski sistem, Pasadena, Ljubljana 2002. A. Silberschatz et al, Database Systems Concepts, Fifth Edition, McGraw-Hill, 2005.



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	5	64126	Osnove robotike 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 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. Vsebina: Uvod (prostostne stopnje, robotski manipulator, robotske roke, robotsko zapestje in prijemalo, robotski delovni prostor); Homogene transformacije (položaj, orientacija, lega, premik, perspektiva); Skalarni Denavit-Hartenbergov geometrijski model robotskega mehanizma (cilindrični, sferični, SCARA, antropomorfní robotski manipulator, sferično zapestje). Vektorski geometrijski model robotskega mehanizma (cilindrični, sferični, SCARA, antropomorfní robotski manipulator, sferično zapestje). Inverzni geometrijski model robotskega mehanizma. Rotacija in orientacija v prostoru (Eulerjevi in RPY koti, Rodriguesova formula, kvaternioni). Gradiva: T. Bajd, M. Mihelj, M. Munič: Introduction to robotics, Springer, 2013. T. Bajd, J. Lenarčič, M. Mihelj, A. Stanovnik, M. Munič: Robotics, Springer, 2010. T. Bajd, M. Mihelj, M. Munič: Osnove robotike, Založba FE in FRI, 2011. J.B. Kuipers: Quaternions and Rotation Sequences, Princeton University Press, Princeton, 1999. L. Scialvico, B. Siciliano: Robotics: Modelling, Planning and Control, Springer, 2009.
3	5	64127	Optoelektronika Cilji in kompetence: osvojiti principe delovanja optoelektronskih elementov; poznavanje sodobnih struktur in tehnologij optoelektronskih elementov; praktična uporaba optoelektronskih elementov (lab. vaje) Vsebina: UVOD: izzivi in trendi v optoelektroniki SVETLOBA: kratka ponovitev modelov svetlobe, razširjanje, svetloba in snov, kompleksni lomni količnik, odboj, refrakcija, 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 zaslonov, principi delovanja 3D zaslonov OPTIČNA VLAKNA: princip prenosa svetlobe po vlaknu, razlika eno in mnogorodovna vlakna, slabljenje, disperzija, nelinearni efekti 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 fotovoltaike in optoelektroniko. Gradiva: 1. J. Krč, Prosojnice predavanj/ Slides of lectures, dopolnjujejo se vsako leto/ update each year 2. B. E. A. Saleh, Fundamentals of photonics, Wiley, 2007. 3. J. P. Dakin, R. G. W. Brown, Handbook of optoelectronics, CRC Press 2006. 4. F. G. Smith, T. A. King, D. Wilkins, Optics and Photonics - An Introduction, Wiley, 2007. 5. A. Luque, S. Hegedus, Handbook of photovoltaic science and engineering, Wiley, 2011.
3	5	64128	Osnove mehatronike Cilji in kompetence: Pridobitev osnovnih inženirskih znanj o električnih in neelektričnih gradnikih mehatronskih sistemov ter o sintezi mehanskih, električnih in računalniških sistemov v zaključeno celoto. Vsebina: Definicija mehatronike in zasnova sinergične povezave elektronike, mehanike in računalniške tehnike. Primeri mehatronskih sistemov. Enačbe gibanja in modeliranje mehanskih sistemov. Mehanske komponente v mehatroniki. Ojačevalniki. Senzorji. Akuatorji: 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. Gradiva: - gradivo za predavanja - 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



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	5	64129	Inteligentni sistemi Cilji in kompetence: Razumevanje inteligence v sodobnih informacijsko-komunikacijskih sistemih v odnosu do uporabnika. Poznavanje orodij in tehnik za pomoč pri modeliranju, odločanju in obvladovanju informacij. Vsebina: Inteligenca naravnih in umetnih sistemov: definicija inteligence in zgodovinski pregled razvoja inteligentnih sistemov. Matematične osnove in modeliranje inteligentnih sistemov. Inteligentni prostori: zmožnosti današnje tehnologije in obeti v prihodnje. Uporaba inteligence v informacijsko komunikacijskih sistemih: uporabniški vmesniki, inteligentni terminali, vsenavzočnost, identifikacija, modeliranje uporabnikov, rudarjenje s podatki, personalizacija. Metode in algoritmi inteligentnih sistemov Analiza in modeliranje znanja ter metode učenja. Definicija referenčne arhitekture in razvoj inteligence sistema. Zgradba inteligentnega sistema: zajem podatkov, obdelava podatkov in odziv sistema. Gradiva: Hopgood, Adrian A. Intelligent systems for engineers and scientists. CRC press, 3. izdaja, 2013. A. Steventon, S. Wright, Intelligent Spaces: The Application of Pervasive ICT, Springer, 2005.
3	5	64130	Numerične metode Cilji in kompetence: Spoznati osnovne numerične metode, njihov pomen in uporabo. Razvijati numerično-analitično razmišljanje. Spoznati programski orodji Matlab in Octave. 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 zlepci, 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). Gradiva: R. Burden, J.D. Faires: Numerical Analysis, 9th ed., Brooks/Cole, Boston 2010 Jurcic Zlobec Borut, Perne Andrej: Octave z uvodom v numerične metode, Založba FE, 2009 B. Orel: Osnove numerične matematike, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2004 B. Jurčič-Zlobec, A. Berkopec: Matlab z uvodom v numerične metode, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2005 Spletna stran http://matematika.fe.uni-lj.si/
3	5	64123	Gradniki sistemov vodenja Cilji in kompetence: Spoznati gradnike sistemov vodenja in njihovo povezovanje s stališča inženirja uporabnika/vzdrževalca/načrtovalca ter njihovo vključevanje v sistem vodenja in nadzora. 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 meritev, 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 signali regulacijske zanke. Merilni sistemi: merilniki (pozicija, pot, hitrost, pospešek, sila, navor, nivo, pretok, temperatura, tlak, bližina, oddaljenost, vlažnost, toplotna prevodnost, viskoznost, gostota, analize meritve, posebni merilniki), vision-based measurement systems, merilni pretvorniki. Izvršni sistemi: aktuatorji in končni izvršni členi (elektromotorni, hidravlični in pnevmatski pogoni, zvezni in diskretni ventili, črpalke) aktuatorski pretvorniki (frekvenčni pretvorniki, rele, elektropnevmatski ventil, elektrohidravlični ventil, pretvornik zrak-tok itd.) Regulatorji in krmilniki. Poudarek pa bo na izbiri in parametranju gradnikov ter njihovo vključevanje v sisteme vodenja in nadzora. Gradiva: A. Belič: Gradniki in tehnologije v sistemih vodenja. Založba FE in FRI, Ljubljana, 2012. R. Karba: Gradniki sistemov vodenja, Založba FE in FRI, Ljubljana, 1994. J. Kocijan, J. Petrovčič: Praktični vidiki uporabe gradnikov v sistemih vodenja, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2002. C. W. de Silva: Sensors and actuators: control systems instrumentation, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 2007. J. Stenerson: Fundamentals of Programmable Logic Controllers, Sensors and Communication, Regents/Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994. S. Strmčnik in soavtorji: Celostni pristop k računalniškem vodenju procesov, Založba FE in FRI, Ljubljana, 1998.



Letnik	Semester	Št.	Predmet
			<p>Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura</p>
3	5	64124	<p>Analiza sistemov 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 sistemov. Predstaviti nekatera programska orodja in njihovo uporabnost v podporo obravnavani tematiki. Vsebina: Uvod. Razvrščanje sistemov. Predstavitev življenjskega cikla sistema. Analiza sistemov v časovnem prostoru. Klasični pristop preko reševanja diferencialne enačbe. Prenosna funkcija. Analiza s pomočjo konvolucije. Stabilnost BIBO, Routhov kriterij. Analiza sistemov v frekvenčnem prostoru. Frekvenčna karakteristika. Bodejev diagram. Polarni diagram. Diagrami osnovnih členov. 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. Računanje matrike prehajanja stanj. Tirnice v prostoru stanj. Ravnotežne točke. Določevanje stabilnosti po metodi Ljapunova. Transformacije spremenljivk stanja. Kanonične oblike. Vodljivost in spoznavnost sistemov. Osnovni sistemski pristopi obravnave linearnih električnih vezij. Opazovalnik stanj. Osnovne sheme. Metode načrtovanja s predpisanimi poli. Načrtovanje preko spoznavnostne kanonične oblike. Ackermannova formula. Področja uporabe sistemske teorije s primeri iz biomedicine, tehnike, ekonomije, managementa, itd. Analiza bioloških sistemov. Matematično modeliranje bioloških sistemov. Linearni modeli bioloških sistemov. Analiza bioloških sistemov v časovnem in frekvenčnem prostoru. Analiza bioloških sistemov v prostoru stanj. Gradiva: Antsaklis P.J., Michel A.N. A Linear Systems Primer, Birkhäuser Boston, 2007 Strum R.D., Kirk D.E. Contemporary Linear Systems Using MATLAB, Pws Bookware Companion Series, 1999 Gajič Z. Linear Dynamic Systems and Signals, Prentice hall, 2002 Hoppensteadt F.C., Peskin C. Modeling and Simulation in Medicine and the Life Sciences, Springer; 2. izdaja, 2004 Študijsko gradivo izvajalcev predmeta, predloge predavanj, predloge laboratorijskih vaj</p>
3	5	64125	<p>Signali Cilji in kompetence: Seznanjanje s posameznimi vrstami signalov, spoznavanje metod za njihov opis in obdelavo. Vsebina: Uvod: definicija pojma signal, kratek zgodovinski oris razvoja teorije signalov, mesto teorije in obdelave signalov v elektrotehniko in splošno v znanosti. Vrste signalov: energijski, močnostni signali; periodični, neperiodični signali; deterministični, naključni signali. Ponazarjanje signalov: uporabnost ponazarjanja 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, korelacijska 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 linearni stacionarni 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. Obdelava digitalnih signalov: diskretna Fourierjeva transformacija (DFT). Gradiva: MIHELIČ, France, GYERGYÉK, 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. [COBISS.SI-ID 247400960] MIHELIČ, France. Signali. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2006. 247 str., ilustr. ISBN 961-243-054-3. ISBN 978-961-243-054-2. [COBISS.SI-ID 230544128]</p>
3	5	64144	<p>Linearna elektronika 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. 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 sofazno 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. Principi frekvenčne kompenzacije. Primeri uporabe: ojačevalnik FET s PV. Gradiva: Donald A. Neamen, Microelectronics: Circuit Analysis and Design, 4th Edition, McGraw-Hill, 2011. A. Žemva: Elektronika I – Gradivo za laboratorijske vaje, 2012.</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet
			<p>Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura</p>
3	5	64145	<p>Signali in sistemi Cilji in kompetence: Spoznati vrste signalov, usvojiti metode za njihov opis in obdelavo. Usvojiti temeljna znanja teorije sistemov, ki omogoča sistematično analizo in načrtovanje sistemov. Spoznati sodobna računalniška orodja za analizo in simulacijo sistemov. Prikazati uporabo splošne teorije sistemov pri sistematičnem reševanju električnih vezij, pri analizi in načrtovanju filtrov. Vsebina: Definicije in razvrstitev signalov in sistemov. Ponazarjanje 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. Aproksimacija idealne frekvenčne karakteristike. Frekvenčne preslikave. Sinteza prevajalne funkcije pasivnih filtrov. Realizacija aktivnih filtrov. Filtri SC. Računalniško načrtovanje analognih filtrov.</p> <p>Gradiva: 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 copanion 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, 2013. 9. F. Smole, Signali in sistemi – Posamezna poglavja, 2013.</p>
3	5	64146	<p>Elektronske komponente in senzorji Cilji in kompetence: Uporaba pasivnih elektronskih komponent in sestavov v elektronskih sistemih. Načrtovanje senzorskih sistemov na področju elektronike. Vsebina: Standardizacija, Zanesljivost, Pospešeno staranje, degradacija, pospešitveni faktor, Linearni upori: pregled struktur, lastnosti in uporabe uporovnih družin, Nelinearni upori: NTC, PTC, varistorji, Kondenzatorji: pregled struktur, lastnosti in uporabe kondenzatorskih družin plastični, keramični, elektrolitski (mokri, suhi), specialni, Tuljave: tuljave brez jedra, z jedrom (feriti), z/brez reže. Načrtovanje tuljave z jedrom z režo ter omrežnega in impulznega transformatorja 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</p> <p>Gradiva: Băjenescu, Titu-Marius I, Băzu, Marius I. "Component reliability for electronic systems", 2010, Boston ; London : Artech House, ISBN 978-1-59693-436-8 Maheshwari, Preeti "Electronic components and processes", 2006, New Delhi : New Age International, ISBN 978-81-224-1794-4 Fraden, Jacob, "Handbook of modern sensors : physics, designs, and applications", 2010, Springer, ISBN 1-4419-6465-7 Horowitz, Paul, Hill, Winfield <i>"The art of electronics"</i>, 2008, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-37095-0 Solomon, Sabrie <i>"Sensors handbook"</i>, 2010, McGraw-Hil ISBN 978-0-07-160570-0 Amon, Slavko "Elektronske komponente", 2013, spletni učbenik, Fakulteta za elektrotehniko, dostopen na domači strani predmeta: http://ks.fe.uni-lj.si/</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	5	64155	Elektroenergetska omrežja in naprave 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. Vsebina: Razvoj elektroenergetskega omrežja in splošna delitev električnih omrežij. Mehanski parametri nadzemnih golih vodnikov, oblikovanje vodov in električni parametri nadzemnih vodov. Sestava energetskih visokonapetostnih kablov, izvedbe kablov, imitance enožilnih in trožilnih kablov. Kriteriji za dopustno obremenljivost električnih omrežij. Električni parametri dvonavnitnih in tronavnitnih transformatorjev, sinhronskih generatorjev in asinhronskih strojev. Vrste stikalnih postaj z različnimi izvedbami stikališč. Visokonapetostna stikalna tehnika - odklopniki in drugi stikalni aparati. Klasični kompenzatorji jalove energije, pasivni filtri in dušilke. Sodobne kompenzacijske naprave z modulih močnostne elektronike. Razpršeni viri energije in načini priključitve na omrežje. Gradiva: Papič I., Žunko P., Elektroenergetska tehnika I (Electric Power Engineering I), Založba FE in FRI, 2009. Kiessling, F., Nefzger P., Nolasco J.F., Kaintzyk U., Overhead Power Lines: Planning, Design, Construction, Springer Verlag, 2003. William H. Kersting, Distribution System Modeling and Analysis, CRC Press, 2002. Ramamamy Natarajan, Power system capacitors, Taylor & Francis, 2005.
3	5	64156	Regulacijska tehnika Cilji in kompetence: 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. 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, Nicholsonovem in Nyquistovem diagramu, prehodna funkcija. Ponazoritev regulacijskih sistemov z blokovnimi diagrami, prenosne funkcije odprtozanih in zaprtozanih 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: integralni kriteriji, priporočila, potek frekvenčne karakteristike (amplitudna in fazna rezerva), metoda lege korenov. 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 pobega. Osnove simulacij in uporaba sodobnih programskih orodij za simulacijo regulacijskih sistemov. Primeri regulacij v močnostni elektrotehnik. Gradiva: David Nedeljković: Regulacije v močnostni elektrotehnik, predvideni izid 2014. Gene F. Franklin, J. David Powell, Abbas Emami-Naeini: Feedback control of dynamic systems, Addison-Wesley, 2010. Dogan Ibrahim: Microcontroller based applied digital control: J. Wiley & Sons, 2006. Werner Leonhard: Control of Electrical Drives, Springer; 2001. Vanja Ambrožič: Sodobne regulacije pogonov z izmeničnimi stroji, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1996. Borut Zupančič, Rihard Karba, Drago Matko: Simulacija dinamičnih sistemov, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 1995. Rafael Cajhen: Regulacije, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 1990.



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	5	64157	Modeliranje električnih strojev 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 krnilno regulacijske sisteme, uporabo električnih strojev v mehatronskih sistemih in sistemih za pretvorbo električne energije. 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. Principi vodenja sinhronskih strojev, elektronsko komutiranih strojev in asinhronskih strojev. Gradiva: JEREB, Peter, MILJAVEC, Damijan. Vezna teorija električnih strojev. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2009. Jacek F. Gieras, Advancements in Electric Machines, Springer, 2009 Ion Boldea, Lucian Nicolae Tutelea, Electric Machines: Steady State, Transients, and Design with MATLAB, CRC Press, 2009 P. S. Bimbhra: Generalized Theory of Electric Machinery, Khanna Publishers, Delhi, 2004 Damijan Miljavec, Peter Jereb: Električni stroji – temeljna znanja, Ljubljana, 2009
3	5	64166	Zvezni signali in sistemi Cilji in kompetence: Poznavanje temeljnega znanja o strnjenih električnih vezjih in analizah linearnih električnih vezij in linearnih sistemov. Poznavanje predstavitve, komponiranja in analize zveznih signalov. Spoznavanje temeljev LTI sistemov. Temeljna znanja in razumevanje analize linearnih sistemov in izbranih fenomenov v linearnih sistemih. Vsebina: Časovno zvezni linearni vzročni časovno invariantni sistemi (LTI, sistemska 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, zračna in vozliščna metoda opisa sistema. Transformacija virov in Tellegenov teorem. Klasična analiza vezja z interpretacijo rešitve, konvolucija. Izmenična analiza: kazalci, sistemska funkcija, kompleksna moč, enovhodna vezja (ekvivalence, 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. Sistemi s povratno vezavo (analiza, kavzalnost in stabilnost). Gradiva: 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. 3. J. Mlakar: Linearna vezja in signali, Založba FE in FRI, 2007. 4. A. Košir: Linearna vezja in signali, zbirka rešenih vaj, Založba FE in FRI, 2005.



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	5	64167	<p>Elektrodinamika</p> <p>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 brezizgubni snovi in v snovi z izgubami.</p> <p>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. Tri-dimenzijske naloge, ponovitev matematike: koordinatni sistemi, Lamé-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 votlnskem rezonatorju. Elektromagnetno valovanje v snovi z izgubami, vdorna globina in kožni pojav. Kvaliteta tuljav in rezonatorjev. Slabljenje TEM vodov. Mikrotrakasti vod.</p> <p>Gradiva: 1. Priprava (zapiski) predavanj / lecture notes: http://antena.fe.uni-lj.si/literatura/ed.zap.pdf 2. Zbirka nalog tihih vaj / collection of exam problems: http://antena.fe.uni-lj.si/literatura/ed.tv.pdf 3. Rešitve nalog tihih vaj / collection of exam solutions: http://antena.fe.uni-lj.si/literatura/ed.res.pdf 4. Navodila za laboratorijske vaje / instructions for laboratory experiments: http://antena.fe.uni-lj.si/studij/eld/navodila_eld.php</p>
3	5	64168	<p>Teorija informacij in izvorno kodiranje</p> <p>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 irrelevanco ter z njima povezanimi postopki stiskanja podatkov. Spoznavanje različnih načinov kodiranja govornih signalov. Specifičnosti kodiranja avdio signalov in standardni postopki stiskanja.</p> <p>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, zrnatost in prekoračitveno popačenje, dinamično območje). Zvokovni signali (zvok in sluh, značilnosti avdio signala, psihoakustične značilnosti sluha, frekvenčno maskiranje, redundanca in irrelevanca avdio signala; značilnosti govornega signala, model govornega trakta, redundanca in irrelevanca 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, DVD-avdio, DSD; stiskanje signala z izločanjem irrelevance, MP2, MP3, AAC).</p> <p>Gradiva: 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</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	6	64134	Navidezna resničnost Cilji in kompetence: Predmet ciljno obravnava interakcijo med človekom in računalniško generiranim navideznim okoljem. Analizira fizikalne 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. 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. Gradiva: 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.
3	6	64135	Slikovna informatika Cilji in kompetence: Spoznati lastnosti človeškega vida, načine pridobivanja digitalnih slikovnih podatkov ter postopke za njihovo prikazovanje, manipulacijo, zgoščevanje, obdelavo in uporabo v vsakdanjem življenju, industriji in biomedicini. 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. Gradiva: R.C. Gonzalez, R.E. Woods, Digital Image Processing, Prentice Hall, 3rd edition, 2008. B. Likar, Biomedicinska slikovna informatika in diagnostika, Založba FE in FRI, 1. izdaja, 2008. Elektronsko gradivo – prosojnice predavanj in navodila za vaje: http://lit.fe.uni-lj.si/SI
3	6	64136	Načrtovanje vgrajenih sistemov Cilji in kompetence: Razumeti načela vgrajenih mikrokrmilniških sistemov. Osvojiti postopke načrtovanje strojne opreme poljubnega vgrajenega sistema. Pridobiti praktične izkušnje na konkretnem primeru v okviru laboratorijskih vaj v povezavi s predmetov 64137. Vsebina: Razumeti načela vgrajenih mikrokrmilniških sistemov. Osvojiti postopke načrtovanje strojne opreme poljubnega vgrajenega sistema. Pridobiti praktične izkušnje na konkretnem primeru v okviru laboratorijskih vaj v povezavi s predmetov 64137. Periferni vmesniki: Časovniki, serijska vodila, paralelna vodila, D/A pretvorniki, A/D pretvorniki, načrtovanje mrežnih povezav med vgrajenimi sistemi. Strojne posebnosti za delo v realnem času in večopravilnem programiranju. Gradiva: 1) J. Puhan, T. Tuma, Uvod v mikrokrmilniške sisteme - zgradba in programiranje, Založba FE/FRI, 2011, optični disk (CD-ROM), PDF datoteka. 2) LPC213x User Manual, Philips, 2012, PDF datoteka 3) Spletna stran prototipnega razvojnega sistema http://www.s-arm.si , 2014



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	6	64137	Programiranje vgrajenih sistemov Cilji in kompetence: Razumeti problematiko programiranja vgrajenih sistemov: zahteve po sočasnem izvajanju 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 opremi, ki je bila izdelana v okviru vezanega predmeta 64136. Vsebina: 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 arbitraž: Cevovodne podatkovne strukture, medpomnilniki, semaforji, programski atomi. Gradiva: 1) J. Puhar, T. Tuma, Uvod v mikrokrmilniške sisteme - zgradba in programiranje, Založba FE/FRI, 2011, optični disk (CD-ROM), PDF datoteka. 2) LPC213x User Manual, Philips, 2012, PDF datoteka 3) Spletna stran prototipnega razvojnega sistema http://www.s-arm.si , 2014
3	6	64139	Programirljivi krmilni sistemi 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. 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 števnice. Uporaba senzorjev in aktuatorjev: diskretnih, analognih; poudarek na tistih, ki jih najpogosteje srečamo v močnostni elektrotehniki. Osnutek, projekt in razvoj krmilja na preprostejših zgledih. Ponazoritev krmilja s funkcijskim načrtom. Kombinacijska in koračna krmilja. Upoštevanje varnostnih zahtev. Zasnova programirljivih krmilnikov, njihova zgradba in različne izvedbe strojne opreme. Vhodni in izhodni signali na krmilniku. Naslavljanje, podatkovni tipi. Princip obdelovanja uporabniškega krmilnega programa na krmilniku. Načini pisanja uporabniškega krmilnega programa: ukazi, lestvični diagram, funkcijski načrt. Podrobna seznanitev z najpomembnejšimi ukazi in funkcijami. Orodja za razvoj krmilnega programa in uporabniškega vmesnika. Sistemi SCADA. Komunikacija med več krmilniki ter med krmilnikom in inteligentnimi perifernimi enotami. Gradiva: Vanja Ambrožič, David Nedeljkovič: Uvod v programirljive krmilne sisteme, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2011. Hans Berger: Automating with SIMATIC : controllers, software, programming, data communication, operator control and process monitoring, Publicis Publishing, Erlangen, 2009. Heinrich Lepers: SPS-Programmierung nach IEC 61131-3. Mit Beispielen für CoDeSys und Step 7, Franzis PC und Elektronik, 2007. Vanja Ambrožič: Mikroračunalniki v močnostni elektroniki, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 2001. Hans Berger: Automating with STEP7 in STL and SCL, Publicis MCD Verlag, Erlangen, 2000..



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	6	64138	<p>Nizkonapetostne elektroenergetske inštalacije</p> <p>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.</p> <p>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. Inteligentne električne inštalacije: zakaj inteligentne inštalacije, EIB/KNX inštalacije, komponente in programiranje, načrtovanje inteligentnih inštalacij. Projektiranje notranje razsvetljave: lastnosti dobre razsvetljave, namen notranje razsvetljave, svetlobnotehnične smernice in standardi, koncept razsvetljave, razsvetljavni sistemi, postopek projektiranja. 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. Projektiranje električnih inštalacij: osnove graditve objektov, potek izdelave projekta, določitev težišč porabe in mest razdelilcev, število tokokrogov in njihova obremenitev, načrt razdelilca, simboli v načrtih inštalacij. Meritve električne inštalacije: pregled in preizkus električne inštalacije, meritve neprekinjenosti vodnikov, izolacijske upornosti, impedanca okvarne in kratkostične zanke ter ozemljitvene upornosti. Električna oprema v eksplozijsko ogroženih prostorih: fizikalni principi eksplozije, zakonodaja na področju Ex zaščite, tehnični principi in izvedba eksplozijsko varne opreme.</p> <p>Gradiva: 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. Elektroinstallationen planen und kalkulieren, Frankfurt/M: Vogel Buchverlag, 2006 6. CADICK, John et al. Electrical Safety Handbook. New York: McGraw-Hill, 2005</p>
3	6	64140	<p>Svetovni splet</p> <p>Cilji in kompetence: 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 spletu.</p> <p>Vsebina: 1. Zgodovina in razvoj interneta in spleta 2. Osnovni princip komunikacije odjemalca-strežnik (internetni protokoli, HTTP) 3. Osnove administracije strežnikov (namestitev, upravljanje, varnostni mehanizmi) 4. Varnostni mehanizmi v spletu (avtentikacija, certifikati, protokol HTTPS) 5. Tehnologije na strežniški strani (PHP, ASP, CGI, dostop do podatkovnih baz, javanski servleti) 6. Tehnologije na strani odjemalca (spletni brskalnik, HTML, CSS, skriptni jeziki, DOM, AJAX, ogrodja in programske knjižnice) 7. Spletne storitve in tehnologije za semantično izmenjavo podatkov (XML, XSLT, JSON, SOAP, WSDL) 8. Delovanje spletnih blog-ov, forum-ov, wikipedij, družbenih omrežij, tehnologije RSS 9. Mobilni splet (WAP, WML, odzivni splet). 10. Varnost na spletu in spletni napadi (napadi na strežnik, napadi na odjemalca, socialni inženiring)</p> <p>Gradiva: 1. Jackson, Jeffrey, C. »Web technologies: a computer science perspective«, 2006, 574 str., ISBN: 0-13-185603-0. 2. Deitel, P. J., Deitel H. M., »Internet & World Wide Web: how to program (Fourth Edition)«, 2008, 1373 str., ISBN: 0-13-175242-1. 3. W3Schools Online Web Tutorials, http://www.w3schools.com/.</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet
			<p>Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura</p>
3	6	64141	<p>Multimedijski sistemi</p> <p>Cilji in kompetence: Definicija pojma multimedije in osnovnih multimedijskih elementov ter njihovih lastnosti. Obravnava arhitekture sodobnih RTV in multimedijskih sistemov, ki so podlaga za izvedbo multimedijskih storitev. Uporaba kompresije multimedijskih elementov. Spoznavanje specifičnosti analogne ter digitalne radiodifuzije. Spoznavanje postopkov produkcije, priprave ter obdelave multimedijskih gradiv. Spoznavanje sistemov IP televizije ter mobilne televizije. Značilnosti terminalne opreme ter uporabniških vmesnikov. Obravnava platform za razvoj ter upravljanje z multimedijskimi sistemi ter storitvami. Meritve pri multimedijskih sistemih.</p> <p>Vsebina: Definicija multimedije ter značilnosti multimedijskih elementov (tekst, slika, animacije, zvok, video). Lastnosti analogne ter digitalne oblike multimedijskih elementov ter razlogi za digitalizacijo. Kompresija in najznačilnejši formati zapisa multimedijskih elementov. Arhitektura in značilnosti sistemov IP televizije, mobilne televizije ter radiodifuzije (DAB, DVB-x). Osnovne multimedijske storitve (IPTV storitve, mobilne video storitve, spletne video storitve). Značilnosti terminalne opreme za uporabo multimedijskih storitev (TV komunikator, mobilni terminal, osebni računalnik, tablični računalnik). Pomen in lastnosti uporabniških vmesnikov (strojni uporabniški vmesniki, programski uporabniški vmesniki) in interaktivnost. Sistemi za zaščito multimedijskih vsebin in njihova integracija (sistemi pogojnega dostopa, sistemi DRM). Postopki za produkcijo in obdelavo multimedijskih vsebin. Platforme za razvoj in izvajanje multimedijskih storitev (programska orodja, vmesniki). Meritve kakovosti v multimedijskih sistemih.</p> <p>Gradiva: 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. Kumar A., Mobile TV, DVB-H, DMB, 3G Systems and Rich Media Applications, Focal Press, 2007 4. Vaughan T., Multimedia: Making it work, McGraw -Hill Osborne media, 2010 5. Benoit H., Digital television: satellite, cable, terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB framework, Focal Press, 2008</p>
3	6	64142	<p>Projektno vodenje, inovativnost in timsko delo</p> <p>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.</p> <p>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 krepitvijo 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.</p> <p>Vsebina: Osnove projektnega vodenja, cilj, faze, temeljni in specifični cilji projekta, trajanje, časovna razporeditev projekta, viri potrebni za izvedbo projekta, podatkovna baza projekta, planiranje, sledenje, predikcija, odločanje in ocenjevanje razvojno-raziskovalnih projektov, uporaba programa Super Project in/ali Microsoft Project.</p> <p>Vrste teamov, značilnosti teamskega dela, vloga članov teama, tehnike in orodja za vzpostavitev teamskega dela.</p> <p>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.).</p> <p>Sistemske 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 inoviranju in razvojno-raziskovalnem delu.</p> <p>Gradiva: Bajec M, Kern T, et all. Vodnik po znanju projektnega managementa, Moderna organizacija, Kranj 2007. Cikajlo I., Gider F., Tehnike reševanja problemov, Založba Univerze v Novi Gorici 2010. Likar B., Križaj D, Fatur P. Management inoviranja. 3. izdaja. Koper: Fakulteta za management, 2006. Stare A, Projektni management: Teorija in praksa, Agencija s poti, Ljubljana 2011. Lessard B., Lessard J., Project Management for Engineering Design, Morgan&Clypool, 2007. Marmel E., Microsoft Office Project 2007 Bible, Wiley 2007. Heldman K., PMP Project Management Profesional Exam Study Guide, Forth Edition, Sybex 2007. Mukesh J., Delivering Successfull Projects with TSP and Six Sigma: A Practical Guide to Implementing Team Software Process, CRC Press 2009. De Bono E., Six thinking hats, Penguin Books 2000. Basadur M, The power of innovation: how to make innovation a way of life and put creative solutions to work, Pitman Publishing 2002.</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet
			<p>Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura</p>
3	6	64143	<p>Zasnova in razvoj izdelkov 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 pridobijo s skupinskim projektnim delom, kjer si zamislijo, razvijejo in predstavijo nov prototipni izdelek ter utemeljijo njegove najpomembnejše konkurenčne prednosti. 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</p> <p>Gradiva: Karl Ulrich, Steven Eppinger, Product Design and Development, McGraw-Hill, 2011 Elektronsko gradivo – prosojnice predavanj in navodila za vaje: http://lit.fe.uni-lj.si/ZRI</p>
3	6	64131	<p>Elektronika v avtomatiki Cilji in kompetence: Osvojitev konceptov in delovanja analognih vezij, ki se uporabljajo pri realizaciji senzorskih in vgrajenih sistemov. Obravnava ni idealizirana, ampak so poudarjena odstopanja realnih karakteristik od idealiziranih ter s tem povezane težave, ki nastopajo v praksi. Vsebina: Analoga 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 paraziti RC in CR členi ter diode. Vsa vezja so ilustrirana s primeri uporabe. Obravnava je izrazito neidealizirana, poudarjene so realne karakteristike in njihov paraziten vpliv 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 spreminjanja izhodne napetosti, vpliv kapacitivnosti bremena, lezenje, šum, temperaturne odvisnosti. 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. Analogne lastnosti digitalnih sklopov s poudarkom uporabe pri vgrajenih sistemih. Izhodna notranja upornost, vhodna notranja impedanca, poraba energije v povezavi s frekvenco preklonov, vpliv kapacitivnih bremen, tipi digitalnih izhodov (totem pole, open drain). Izvedbe oscilatorjev za mikroprocesorske sisteme. Analoga stikala in multiplekserji z uporabo in neidealnostmi. Praktični vidiki realizacije vezij: problem neidealne mase in napajalnih linij, uporaba blokirnih kondenzatorjev, koncept in uporaba sponk FORCE, SENSE in REF, DC in AC sklopitev signalov, osnove linijskih pojavov.</p> <p>Gradiva: 1. Jung W., Op Amp Applications Handbook, Analog Devices, 2005. 2. Kester W., The Data Conversion Handbook, Analog Devices, 2005. 3. Zumbahlen H., Linear Circuit Handbook, Analog Devices, 2008. 4. Kitchin C., Counts L., A Designer's Guide to Instrumentation Amplifiers (3rd edition), Analog Devices, 2006. 5. Toumazou C., Trade-offs in Analog Circuit Design, Kluwer Academic corp., 2002. 6. Horowitz P., Hill W., The Art of Electronics, Cambridge University Press, 1996. 7. Kordyban T., Hot Air Rises and Heat Sinks, ASME Press, 1998.</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	6	64132	Industrijski krmilni in regulacijski sistemi Cilji in kompetence: podati zahtevnejše postopke pri načrtovanju PID regulacije, podati večznančne regulacijske metode, podati analizo in načrtovanje v frekvenčnem prostoru in s pomočjo diagrama lege korenov, obravnava vodenja s programirljivimi logičnimi krmilniki 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. Večznančne 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 funkcijski diagram. Kombinacijska krmilja in sekvenčna krmilja. Standardni programski jeziki programirljivih logičnih krmilnikov. Izvedbe nekaterih krmilij. Gradiva: B. Zupančič. Zvezni regulacijski sistemi 1. del, 2. izdaja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1996. B. Zupančič. Zvezni regulacijski sistemi II. del, 2. izdaja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1995. 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. R. C. Dorf, H. Bishop: Modern Control Systems, Pearson Education, Inc., Publishing As Pearson Prentice Hall, Tenth Edition, 2004. B. C. Kuo, F. Golnaraghi: Automatic Control Systems, 7th Edition, Prentice Hall, 2004. K. Ogata, Modern Control Engineering, 4th edition, Prentice Hall, 2002. J. Stenerson, Fundamentals of programmable logic controllers, sensors, and communications, 3rd ed., Pearson Prentice Hall, 2004 R. W. Lewis, Programming industrial control systems using IEC 1131-3, Revised ed., London, The Institution of Electrical Engineers, 1998



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	6	64133	<p>Računalniška simulacija</p> <p>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 se 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.</p> <p>Vsebina: Uvod: definicije, modeliranje in simulacija kot enovit ciklični postopek, uporabnost na področju vodenja sistemov. Osnove modeliranja: ravnotežni zakoni, teoretično in eksperimentalno modeliranje, značilni primeri. Vrste modelov in simulacij: zvezna, diskretna-dogodkovna, hibridna, simulacija v realnem času. Metode za simulacijo: indirektna in implicitna metoda, simulacija prenosnih funkcij - vgnezdena in delitvena metoda, simulacija sistemov z velikimi zakasnitvami. Orodja za simulacijo: osnovne lastnosti dobrih orodij. Simulacija s pomočjo osnovnih funkcij okolja Matlab. 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. Več- domensko, objektno-orientirano modeliranje: kavzalno in nekavzalno modeliranje, pomembne lastnosti OO okolij. Jezik Modelica, standardne knjižnice, okolja Modelica, okolje Dymola. Kako deluje digitalna simulacija. Numerično integriranje, vrstni algoritem. Simulacija s pomočjo splošno namenskih programskih jezikov. Numerični postopki in njih problematika: integracijske metode, numerična stabilnost, problem nezveznosti, problem algebrajske zanke. 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>Gradiva: Osnovna/basic B. Zupančič, Računalniška simulacija, učbenik v delovni verziji, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko. B. Zupančič, R. Karba, D. Matko, I. Škrjanc, Simulacija dinamičnih sistemov, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2010. J.B. Dabney, T.L. Harman, Mastering SIMULINK, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., USA, 2004. S. Oblak, I. Škrjanc, Matlab s Simulinkom : priročnik za laboratorijske vaje, 1. izdaja, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2005.</p> <p>Dodatna/additional D. Matko, B. Zupančič, R. Karba, Simulation and Modelling of Continuous Systems - A Case Study Approach, Prentice Hall, 1992. Dymola, Dynamic Modeling Laboratory, Users manual, ver 2014 FD01. Dessault Systems, Dynasim AB, Sweden, Lund, 2013. R. Karba, Modeliranje procesov, 1. izdaja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1999. F.E. Cellier, Continuous System Modeling, Springer - Verlag, NY, USA, 1991. F.E. Cellier, E. Kofman, Continuous System Simulation, Springer Science+Business Media, Inc., NY, USA, 2006 P. Fritzon, Principles of Object Oriented Modeling and Simulation with Modelica 2.1, IEEE Press, John Wiley&Sons, Inc., Publication, USA, 2004 S. Raczynski, Modeling and Simulation, John Wiley & Sons, Ltd., England, 2006</p>



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	6	64152	Analogna elektronska vezja Cilji in kompetence: nadgradnja temeljnih znanj iz analognih vezij znanja in pristopi k načrtovanju analognih vezij – teorija in praksa razumevanje različnih analognih vezij iz prakse Vsebina: Vsebino predmeta sestavljajo naslednja poglavja: UVOD v analogna elektronska vezja POPAČENJA V OJAČEVALNIKI: linearna in nelinearna popačenja, parametri THD, HD, določitev popačenj za različne tranzistorne ojač. stopnje DIFERENCIALNI OJAČEVALNIK: izvedbe, DC in ac analiza, protifazno, diferencialno in sofanno 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 histerezo, 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 in pomerijo realna vezja na testni ploščici). Gradiva: D. A. Neamen, Microelectronics – circuit analysis and design, 4th Ed., Mc. Graw Hill, 2010 (ISBN 978-007-128947-4). B. Cordell, Designing audio power amplifiers, Mc Graw Hill, 2011, (ISBN: 978-0-07-164025-1). J. Hujsing, Operational amplifiers – theory and design, 2nd Ed., Springer, 2011 (ISBN 978-94-007-0595-1). R. E. Thomas, Analysis and Design of Linear Circuits, 2012 dodatna študijska gradiva, ki jih študenti dobijo na predavanjih (kataložski podatki, ppt prosojnice, računski primeri z rešitvami) / additional study material given at lectures
3	6	64153	Diskretni signali in sistemi 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 filtri. Posebnosti FIR sistemov, ki jih časovno zveznih sistemih ne moremo realizirati. Pomen pravilne izbire strukture sistema na degradacijo karakteristike zaradi končne točnosti koeficientov. Vsebina: Vzorčenje, spekter idealno vzorčenega signala, rekonstrukcija časovno zveznega signala, teorem o vzorčenju. Vrste diskretnih signalov (periodični, aperiodični, 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, sistemska funkcija). Lastnosti LTI sistema na osnovi lege polov in ničel sistemske 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) Gradiva: S. Tomažič, S. Leonardis: Diskretni signali in sistemi, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2004 S. K. Mitra, Digital signal processing: a computer based approach, fourth edition, McGraw-Hill, 2011



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	6	64154	Govorne in slikovne tehnologije Cilji in kompetence: Seznanjanje s področjem govornih in slikovnih tehnologij, spoznavanje samodejnih postopkov za izvajanje različnih nalog s tega področja. 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 Razpoznavanje govora: vrste sistemov za razpoznavanje, statistično modeliranje akustične in jezikovne predstavitve 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 deskriptorji in njihova uporaba, detekcija objektov v sliki, razpoznavanje objektov, pod-prostori za predstavitev podatkov Segmentacija slik: vrste rojenja in njihova uporaba pri segmentaciji, mean-shift Gradiva: Mihelič F., Žibert J., Hajdinjak M., Štruc V., Skripta za predmet Govorne in slikovne tehnologije, 1. Izdaja, Ljubljana, Fakulteta za elektrotehniko, 2012 Mihelič F., Signali, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2006 Pavešič N., Razpoznavanje vzorcev: uvod v analizo in razumevanje vidnih in slušnih vzorcev, 3. Popravljen in dopolnjen izdaja, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2012 Rabiner L., Schafer R., Theory and Applications of Digital Speech Processing, Prentice Hall, 1. Ed., 2010 Gonzales R. C., Woods, R.E., Digital Image Processing, 3 izdaja, Prentice Hall, 2007 R.C. Gonzales, R.E. Woods, S.L. Eddins, Digital image processing using Matlab, 2 izdaja. Gatesmark Publishing, 2009
3	6	64163	Elektroenergetski sistemi 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 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. 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. Gradiva: Gubina F., Delovanje elektroenergetskega sistema, Založba ULFE, 2006 Gubina, F., Ogorelec, A., Vodenje EES, SLOKO CIGRE, Ljubljana, 1997 Wood, A.J., Power generation, operation and control, Wiley, 1996 Kundur, P., Power System Stability and Control, Mc Graw Hill, 1994 Anders, G.J., Probability concepts in electric power systems, Wiley, 1990.



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	6	64164	<p>Energetska elektronika</p> <p>Cilji in kompetence: Pri predmetu bo študent pridobil znanja s področja močnostne elektronike, ki jih bo potreboval pri nadaljnjem magistrskem študiju elektrotehnike:</p> <ul style="list-style-type: none">- polprevodniška močnostna stikala in njihove statične in dinamične karakteristike,- osnovne izvedbe močnostnih stikalnih pretvornikov in njihovo delovanje- krmiljenje in regulacija polprevodniških pretvornikov. <p>Cilj predmeta je tudi usposobiti študenta za samostojno analizo delovanja pretvorniških naprav.</p> <p>Vsebina:</p> <p>a) Močnostna polprevodniška stikala. Obratovne 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 nekrmljenimi 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 modulaijski principi.</p> <p>e) Resonančni pretvorniki, preklapljanje v brez tokovnem 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 kompenzacijske naprave, aktivni močnostni filtri.</p> <p>Gradiva:</p> <ol style="list-style-type: none">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, 20123. F. Lin Luo, H. Ye: Advanced DC/DC converters, CRC Press, New York 20034. 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, 20027. M. H. Rashid: Power electronics handbook, Academic Press, New York, 2001.
3	6	64165	<p>Visokonapetostna tehnika</p> <p>Cilji in kompetence: Študent bo spoznal pomen visoke napetosti pri načrtovanju in obratovanju elektroenergetskih omrežij in naprav. Pridobil bo osnovno znanje o visokonapetostni tehniki in metodah preizkušanja elektroenergetske opreme v visokonapetostnem laboratoriju.</p> <p>Vsebina:</p> <p>Električno polje v visokonapetostni tehniki, metode in postopki za ugotavljanje jakosti električnega polja. Dielektrična trdnost in zdržnost izolacije. Razelektritve v homogenem in nehomogenem polju. Delne razelektritve, razelektritve 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.</p> <p>Proizvajanje in merjenje visokih izmeničnih napetosti. Proizvajanje in merjenje visokih enosmernih napetosti. Proizvajanje in merjenje visokih udarnih napetosti. Nastanek prenapetosti, atmosferske prenapetosti, notranje prenapetosti.</p> <p>Prenapetostni odvodniki in koordinacija izolacije. Modeliranje visokonapetostnih naprav in omrežij ter analiza visokonapetostnih prehodnih pojavov.</p> <p>Gradiva:</p> <ol style="list-style-type: none">M. Babuder, Visokonapetostna tehnika, skripta, Ljubljana 2004.J. Voršič, J. Pihler, Tehnika visokih napetosti in velikih tokov, Univerza v Mariboru, FERI, Maribor 2008.



Letnik	Semester	Št.	Predmet Cilji in predmetno specifične kompetence Opis vsebine Temeljna literatura
3	6	64174	Digitalna obdelava signalov Cilji in kompetence: 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 primernega 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. Vsebina: Osnove časovno diskretnih signalov (signali, klasifikacija signalov, časovni in frekvenčni prostor). Vzorčenje (teorem o vzorčenju, vzorčenje v časovnem in frekvenčnem prostoru). Časovno-diskretni sistemi (linearni časovno neodvisni diskretni sistemi, kavzalnost, diferencialne enačbe in linearni diskretni sistemi, impulzni odziv, strukture časovno-diskretnih sistemov, možnosti realizacije). Frekvenčna analiza časovno diskretnih signalov. Diskretna Fourierova transformacija (algoritmi za izračun, hitra Fourierova transformacija, hitro računanje odziva filtrov s pomočjo FFT, okenske funkcije). Transformacija Z (transformacija Z in inverzna transformacija Z, pomen v digitalni obdelavi signalov, racionalna Z transformacija, 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 filtrov (sita s končnim odzivom FIR, sita z neskončnim odzivom IIR). Generatorji diskretni naključnih signalov (Enakomerna porazdelitev verjetnosti, Gaussov in beli šum). Kvantizacija signala (analogno-digitalna pretvorba, kvantizatorji, napake kvantizacije). Gradiva: 1. Sašo Tomažič, Savo Leonardis, Diskretni signali in sistemi Založba FE in FRI, 2004. 2. John G. Proakis, Dimitris K. Manolakis, Digital Signal Processing (4th Edition) Prentice Hall; 4 edition, 2006
3	6	64175	Digitalne komunikacije Cilji in kompetence: 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. Vsebina: 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, izravnavalnik, izločevalnik intersimbolne interference). Modulacije (amplitudna modulacija, frekvenčna modulacija, fazna modulacija, kvadraturna modulacija, digitalni modulaijski 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 popraviljanje napak, dekodiranje na osnovi največje verjetnosti in vnaprejšnje popraviljanje napak, viterbi algoritem). Gradiva: 1. Sašo Tomažič, Digitalne komunikacije, Založba FE-FRI, 2014 2. Simon Haykin, Michael, Communication Systems, 5th Edition, John Wiley & Sons, 2009
3	6	64176	Telekomunikacijski protokoli Cilji in kompetence: Razumevanje principov in metod prenosa sporočil skozi telekomunikacijski sistem, pomen telekomunikacijskih storitev in protokolov ter protokolnih skladov. Poznavanje tehnik za specifikacijo protokolov. Poznavanje in načrtovanje protokolov za zagotavljanje zanesljivega prenosa sporočil. Pregled nekaterih najpomembnejših protokolov. Vsebina: 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, komunikacijske ravnine, tuneliranje). Specifikacija komunikacijskih sistemov in protokolov (specifikacija strukture TK sistema, specifikacija protokolnih sporočil in pravil, abstraktna in konkretna sintaksa, (razširjeni) končni avtomat, SDL, MSC). Učinkovitost protokola in protokolnega sklada. Osnovne naloge protokolov. Oblikovanje 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 (detekcija in popraviljanje napak, protokoli z drsečim oknom). Krmiljenje pretoka in zamašitev (potreba po krmiljenju, krmiljenje pretoka, krmiljenje zamašitev, metode krmiljenja). Drobljenje in ponovno sestavljanje. Protokoli za dostop do skupnega medija. Zgledi protokolov (podrobnejša obravnava protokolov LAPB/LAPD, TCP, UDP, IP, ICMP, Aloha, CSMA/CD, ARP in nekaterih aplikacijskih protokolov v Internetu). Protokolna analiza. Gradiva: 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, 9th Ed., Pearson Prentice-Hall, 2011 4. Sharp, R., Principles of Protocol Design, Springer, 2008 5. Pujolle, G., Les Réseaux, Édition 2011, Eyrolles, 2011



12. Zaposlitvene možnosti diplomantov

Univerzitetni dodiplomski študijski program Elektrotehnika bo diplomantom dal široke in kakovostne kompetence, zato bodo imeli dobre možnosti za zaposlovanje v najrazličnejših podjetjih, katerih dejavnost pokriva področje elektronike, energetike, mehatronike, telekomunikacij in avtomatike. Poleg svoje temeljne usposobljenosti za inženirska delovna mesta s širšega področja elektrotehnike, bodo imeli dovolj široka teoretična znanja, da se bodo lahko zaposlili na različnih drugih področjih gospodarstva (npr. kemična, farmacevtska, gumarska, tekstilna in živilska industrija, metalurgija, trgovina, transport, informacijske dejavnosti in storitve) in negospodarstva (državna uprava, šolstvo, raziskovalni in razvojni inštituti in zavodi, zdravstvena dejavnost idr.). Pridobljene kompetence jim bodo omogočale tudi možnost prevzemanja vodstvenih funkcij v malih, srednjih in večjih podjetjih.

Pregled poklicev iz standardne klasifikacije poklicev, ki se nanašajo na elektrotehniko (Vir: Statistični urad Republike Slovenije):

Kategorije	Poklic
2143.03	Inženir elektroenergetike, projektant/inženirka elektroenergetike, projektantka
2143.04	Inženir elektroenergetike, svetovalec/inženirka elektroenergetike, svetovalka
2143.00	Inženir elektrotehnike, projektant/inženirka elektrotehnike, projektantka
2144.01	Inženir/inženirka elektroavtomatike
2143.02	Inženir/inženirka elektroenergetike
2143.07	Inženir/inženirka elektroenergetike, vodja del
2144.04	Inženir/inženirka elektronike
2144.04	Inženir/inženirka elektronike za strojno računalniško opremo
2143.06	Inženir/inženirka elektrotehnike
2143.08	Inženir/inženirka elektrotehnike, vodja del
2144.04	Inženir/inženirka medicinske elektronike
2143.02	Inženir/inženirka močnostne elektrotehnike
2144.00	Inženirji/inženirke elektronike, telekomunikacij, n.o.
2143.00	Inženirji/inženirke elektrotehnike ipd., n.o.
2144.04	Inženirka/inženirka mikroelektronike
2419.06	Produktni menedžer/produktna menedžerka
2419.06	Produktni vodja
2144.05	Tehnolog/tehnologinja elektronike
2143.05	Tehnolog/tehnologinja elektrotehnike
2310.01	Visokošolski sodelavec/visokošolska sodelavka
1227.01	Vodja inženiringa
1222.00	Vodja proizvodnje v rudarstvu, predelovalnih dejavnostih, za oskrbo z elektriko, plinom in vodo
1222.00	Vodja tehničnega sektorja v rudarstvu, predelovalnih dejavnostih, za oskrbo z elektriko, plinom in vodo
2143.05	Vodja tehnološke priprave dela v elektrotehniko



Kronološki pregled potreb po poklicih s področja elektrotehnike z najmanj visoko izobrazbo in števila brezposelnih v zadnjih šestih letih (Vir: Zavod za zaposlovanje Republike Slovenije):

Naziv strokovne izobrazbe	Območna služba	Število brezposelnih oseb						Število prijavljenih delovnih mest						
		31.12.2002	31.12.2003	31.12.2004	31.12.2005	31.12.2006	31.12.2007	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
72511 DIPLOMIRANI INŽENIR ELEKTROTEHNIKE (VS)	OS CELJE	1	2	3	5	1	3	4	6	6	9	20	7	
	OS KOPER		1		1			1	11	5	6	6	13	
	OS KRANJ		1	2			4	4	7	24	17	24	18	
	OS LJUBLJANA	7	8	7	9	9	12	69	79	93	118	126	134	
	OS MARIBOR	2	4	1	7	12	7	14	9	23	34	42	33	
	OS MURSKA SOBOTA		2	4			1	3	5	5	12	9	9	
	OS NOVA GORICA	1			1	1		2	11	7	16	16	13	
	OS NOVO MESTO	1	3	4	4	3	2	11	10	11	20	13	22	
	OS PTUJ				1	1	2	4		2	8	11	13	
	OS SEVNICA						1	3	4		8	9	5	
	OS TRBOVLJE		2	2	3			4	7	3	4	5	1	
	OS VELENJE		3	4	4	1	4	6	9	7	5	4	12	
	Slovenija		12	28	27	35	32	36	128	175	179	264	290	280
72501 UNIVERZITETNI DIPLOMIRANI INŽENIR ELEKTROTEHNIKE	OS CELJE	2	2	1	3	1	4	16	14	21	16	30	17	
	OS KOPER	4	5	3	1	2	5	16	23	18	18	23	18	
	OS KRANJ	4	4	5	4	3	2	57	40	59	72	35	58	
	OS LJUBLJANA	21	22	20	25	23	14	257	222	313	301	304	326	
	OS MARIBOR	4	7	6	6	4	8	53	53	59	62	59	39	
	OS MURSKA SOBOTA	1	1	2	2	1	2	1	14	8	12	9	7	
	OS NOVA GORICA	1	5	1	3	2	2	19	28	29	51	28	38	
	OS NOVO MESTO	1	1	2	2	3		13	13	16	18	10	16	
	OS PTUJ	3		1	1	1	2	1	4	7	19	22	27	
	OS SEVNICA		3	1	1	1		12	19	18	12	8	7	
	OS TRBOVLJE		1	1			1	6	16	17	3	4	5	
	OS VELENJE	1	5	1	1	4	5	17	9	12	7	12	9	
	Slovenija	42	56	44	49	45	45	488	455	577	591	544	567	
72599 MAGISTER ELEKTROTEHNIKE	OS CELJE		1		1								1	
	OS KOPER		1							2				
	OS KRANJ			1				3	1	2		1		
	OS LJUBLJANA	3		2	2		1	15	32	20	23	27	9	
	OS MARIBOR	1	2	2	3	2	2	11	5	3	2	3	1	
	OS MURSKA SOBOTA													
	OS NOVA GORICA								2	3		1	2	
	OS NOVO MESTO							3	1	1				
	OS PTUJ		2									1		
	OS SEVNICA													
OS TRBOVLJE							1	1						
OS VELENJE			1	1				1			1			
Slovenija	4	6	6	7	2	3	34	43	31	26	33	13		
82599 DOKTOR ELEKTROTEHNIKE	OS CELJE										1	1		
	OS KOPER													
	OS KRANJ							1		2	2	2		
	OS LJUBLJANA			1	1	1	1	10	8	23	8	23	7	
	OS MARIBOR							16	5	2	7	2	6	
	OS MURSKA SOBOTA													
	OS NOVA GORICA							1			1	1	1	
	OS NOVO MESTO										2			
	OS PTUJ													
	OS SEVNICA													
OS TRBOVLJE		1					0		1					
OS VELENJE											1			
Slovenija	0	1	1	1	1	1	28	13	30	22	28	14		