

**UNIVERZITET U TUZLI**

**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE**

**STUDIJSKI PROGRAM PRVOG CIKLUSA STUDIJA  
FAKULTETA ELEKTROTEHNIKE**

**“Elektrotehnika i računarstvo”**

**(sa primjernom od akademske 2021/2022. godine)**

Tuzla, april 2021.

## 1. Naziv studijskog programa i način njegovog izvođenja

Naziv studijskog programa prvog ciklusa studija Fakulteta elektrotehnike je “Elektrotehnika i računarstvo”.

Studij se izvodi kao redovni studij.

## 2. Nosilac i izvođač studija

Nosilac i izvođač studija je Fakultet elektrotehnike Univerziteta u Tuzli u saradnji sa ostalim organizacionim jedinicama Univerziteta.

## 3. Trajanje studija i ukupan broj ECTS bodova

Predviđeno trajanje studija studijskog programa prvog ciklusa studija “Elektrotehnika i računarstvo” Fakulteta elektrotehnike je 8 semestara (4 godine). Po završetku studija student ostvaruje ukupno 240 ECTS bodova (svaki semestar po 30 ECTS).

## 4. Uslovi za upis na studijski program

Pravo upisa na studijski program prvog ciklusa studija imaju sva lica koja su završila četvorogodišnju srednju školu u zemlji ili inostranstvu, a klasifikacija i izbor kandidata za upis vrši se na osnovu rezultata prijemnog ispita, te drugih kriterija u skladu sa procedurama i općim aktima koje utvrđuje Senat.

Prijemni ispit radi se iz matematike.

Prilikom prijave na konkurs kandidati navode svoje preferencije u vezi sa usmjerenjem na koje žele da se upišu.

Kandidati koji su ostvarili pravo upisa ravnomjerno se raspoređuju po usmjerenjima, u skladu sa brojem studenata za upis u prvu godinu studija predviđenim konkursom, uzimajući u obzir preferencije kandidata, dajući prioritet bolje rangiranim kandidatima na rang listi. Nakon okončanja konkursne procedure i upisa na studij, usmjerenje na koje je student raspoređen ne može se mijenjati.

## 5. Stručni i akademski naziv i stepen koji se stiče završetkom studija I ciklusa

Završetkom studija prvog ciklusa studijskog programa “Elektrotehnika i računarstvo” Fakulteta elektrotehnike stiče se akademsko zvanje **bachelor-inženjer elektrotehnike**, u skladu sa Pravilnikom o korištenju akademskih titula i sticanju naučnih i stručnih zvanja na visokoškolskim ustanovama u Tuzlanskom kantonu, kojeg donosi ministar obrazovanja, nauke, kulture i sporta Tuzlanskog kantona.

## 6. Usmjerenja u okviru Studijskog programa

Studijski program “Elektrotehnika i računarstvo” definira skup predmeta iz oblasti elektrotehnike i računarstva, čiji se ECTS krediti mogu ostvarivati sa ciljem sticanja 240 ECTS kredita potrebnih za završetak prvog ciklusa studija, u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju Tuzlanskog kantona i Statutom Univerziteta u Tuzli.

Unutar Studijskog programa studenti imaju mogućnost da se specijaliziraju u određenoj oblasti elektrotehnike i računarstva izborom jednog od pet ponuđenih usmjerenja:

- **Automatika, robotika i industrijska informatika**, skraćeni naziv AR,
- **Elektroenergetske mreže i sistemi**, skraćeni naziv EEMS,

- **Elektrotehnika i sistemi konverzije energije**, skraćeni naziv ESKE,
- **Računarstvo i informatika**, skraćeni naziv RI,
- **Telekomunikacije i informacione tehnologije**, skraćeni naziv TK.

## 7. Kompetencije koje se stiču kvalifikacijom (diplomom)

Studijski program prvog ciklusa studija “Elektrotehnika i računarstvo” Fakulteta elektrotehnike objedinjuje osnovne studije elektrotehnike i računarstva. Završetkom studija studijskog programa prvog ciklusa “Elektrotehnika i računarstvo” Fakulteta elektrotehnike Univerziteta u Tuzli studenti će steći znanja i vještine koje uključuju:

- sposobnost da analiziraju i rješavaju probleme u domenu elektrotehnike i računarstva primjenom fundamentalnih znanja iz oblasti prirodnih nauka (matematike i fizike) i inženjerstva,
- sposobnost da identificiraju, formuliraju i rješavaju kompleksne inženjerske probleme,
- znanje da primjenjuju moderne vještine, tehnike i inženjerske alate,
- znanje da komuniciraju, saraduju i rade u inženjerskim timovima,
- sposobnost usvajanja novih tehnologija i tehnika, kao dijela cjeloživotnog učenja,
- steći će profesionalnu zrelost kroz samostalni odabir izbornih predmeta Studijskog programa.

Završetkom usmjerenja Automatika, robotika i industrijska informatika u okviru studijskog programa “Elektrotehnika i računarstvo” studenti će steći i specifična znanja i vještine koje uključuju:

- analiziranje i razumijevanje kompleksnih tehničko-tehnoloških sistema
- razvoj i projektovanje računarskih sistema mjerenja, upravljanja, monitoringa i nadzora složenih tehničko-tehnoloških sistema (industrijski, energetska, saobraćajni, okolinski, vojni sistemi, etc.),
- istraživanje i razvoj elektroničkih i mikroprocesorski baziranih sistema za akviziciju, obradu i prenos informacija
- istraživanje i razvoj algoritama i softverskih sistema za mjerenje, upravljanje, monitoring i nadzor.

Završetkom usmjerenja Elektroenergetske mreže i sistemi u okviru studijskog programa “Elektrotehnika i računarstvo” studenti će steći i specifična znanja i vještine koje uključuju:

- mogućnost definiranja, razumijevanja i stvaralačkog rješavanja problema na području elektroenergetskih mreža i sistema i šire,
- sposobnost kritičnog mišljenja na podlozi analize i sinteze,
- profesionalna, okolišna i socijalna odgovornost,
- sposobnost aktivnog stručnog sporazumijevanja u pisanoj i usmenoj formi,
- sposobnost optimalne upotrebe elektroenergetske opreme i tehnologije,
- sposobnost razvijanja energetike u cjelini,
- sposobnost samostalnog praćenja najnovijih dostignuća i stjecanja novih znanja,
- sposobnost timskog rada sa stručnjacima iz različitih područja
- sposobnost rada u istraživačkim laboratorijama, zavodima i institutima, te drugim institucijama sa zakonski predviđenim zvanjima.

Završetkom usmjerenja Elektrotehnika i sistemi konverzije energije u okviru studijskog programa “Elektrotehnika i računarstvo” studenti će steći i specifična znanja i vještine koje uključuju:

- poznavanje i razumijevanje fizikalnih procesa iz područja elektrotehnike zasnovanih na fundamentalnim fizikalnim zakonima.
- razumijevanje primjenjenih tehnika i metoda, te njihovih ograničenja.
- sposobnost primjene stečenih znanja za razvoj i projektovanje električnih aparata i instalacija.
- svijest o društvenom i okolišnom kontekstu inženjerskih rješenja.

- korištenje informaciono-komunikacionih tehnologija potrebnih u laboratorijskom i istraživačkom radu.
- analiza i rješavanje problema u domenu elektrotehnike iz uže oblasti sistema konverzije energije.
- osmišljavanje i provođenje eksperimenata iz područja elektrotehnike, analiza i interpretiranje rezultata, te donošenje zaključaka.
- odabir i primjena odgovarajućih naučnih principa, matematičkih metoda i računarskih pomagala u analizi elektrotehničkih sistema.
- sposobnost timskog rada sa stručnjacima iz različitih područja.
- sposobnost samostalnog praćenja najnovijih dostignuća u oblasti.

Završetkom usmjerenja Računarstvo i informatika u okviru studijskog programa “Elektrotehnika i računarstvo” studenti će steći i specifična znanja i vještine koje uključuju:

- analiza i rješavanje srednje složenih i složenih inženjerskih problema te doprinos oblikovanju sistema i procesa s područja računarstva uz korištenje temeljnih znanja iz matematike, fizike, elektrotehnike i računarstva te savremenih računarskih alata
- analiziranje, razvoj, projektovanje i održavanje složenih računarskih sistema
- samostalni ili timski rad u preduzećima koje kao primarnu delatnost imaju informacione tehnologije (IT), razvoj softvera i/ili razvoj hardvera te odjeljenja/sektore za IT
- vođenje projekata iz oblasti softverskog inženjerstva
- vođenje samostalne djelatnosti i sopstvenog biznisa u oblasti IT.

Završetkom usmjerenja Telekomunikacije i informacione tehnologije u okviru studijskog programa “Elektrotehnika i računarstvo” studenti će steći i specifična znanja i vještine koje uključuju:

- projektovanje i izrada tehničke dokumentacije telekomunikacionih mreža i sistema
- projektovanje, upotreba i održavanje elektronskih sklopova, uređaja i sistema
- korištenje mjerne opreme za razvoj i projektovanje telekomunikacionih i informacionih sistema
- primjena savremenih softverskih alata za projektovanje i analizu telekomunikacionih sistema
- samostalni ili timski rad u telekomunikacionoj industriji na razvoju i održavanju složenih sistema i proizvoda te u privredi baziranoj na potrebnim znanjima iz telekomunikacija;
- timski rad na razvojnim i istraživačkim projektima razvojnih centara, instituta i drugih akademskih ustanova u oblasti telekomunikacija i informacionih tehnologija;
- rad na projektovanju i održavanju telekomunikacionih sistema telekom operatora i ostalih pružatelja informaciono-komunikacijskih usluga
- rad u drugim institucijama sa zakonski predviđenim zvanjima iz oblasti telekomunikacija i informacionih tehnologija.

Na osnovu znanja i vještina koje će studenti steći tokom studija, studenti će biti sposobni za nastavak studija na II ciklusu studijskih programa elektrotehnike i računarstva ili njima srodnih studija u zemlji i inostranstvu.

## **8. Organizacija studija**

Studijski program je baziran na organizaciji predmeta po sistemu preduslova. Da bi student okončao studij potrebno je da ostvari ukupno 240 ECTS kredita. Student ECTS kredite može ostvariti iz:

- obaveznih predmeta,
- izbornih predmeta i
- završnog rada.

Student ostvaruje ECTS kredite dobijanjem prolazne ocjene iz predmeta u skladu sa Statutom i opštim aktima Univerziteta.

U zavisnosti od usmjerenja na koje je upisan, student dobija listu obaveznih predmeta iz kojih je obavezan ostvariti ECTS kredite do kraja studija. U okviru obaveznih predmeta, sva usmjerenja Studijskog programa imaju istovjetne (zajedničke) obavezne predmete u prvom i drugom semestru, odnosno prvoj godini studija.

ECTS krediti predviđeni za izborne predmete mogu se ostvariti izborom obaveznih predmeta ostalih usmjerenja koji su na rasporedu u tekućem semestru, pod uslovom da je student ispunio preduslove za dati predmet i da ne dolazi do kolizija u sedmičnom rasporedu nastave. ECTS krediti predviđeni za izborne predmete mogu se ostvariti i izborom predmeta iz oblasti Biomedicinski inženjering.

Osim predmeta studijskog programa prvog ciklusa studija “Elektrotehnika i računarstvo” Fakulteta elektrotehnike Univerziteta u Tuzli, studentu će se priznati i ECTS krediti ostvareni u okviru mobilnosti studenata, prema odgovarajućem ugovoru kojim se definiše program mobilnosti studenta potpisanog između Fakulteta elektrotehnike odnosno Univerziteta u Tuzli, kao matične institucije, i institucije domaćina, u skladu sa Pravilnikom o međunarodnoj mobilnosti.

Završni rad je obavezan i vrednuje se sa 6 ECTS kredita.

### **8.1. Uslovi i način upisa obaveznih i izbornih predmeta**

Studijski program “Elektrotehnika i računarstvo” se organizuje po sistemu preduslova na način da su za predmete Studijskog programa definirani preduslovi koje student mora da ispuni kako bi mogao upisati predmet. Preduslovi za predmet definiraju se kao lista predmeta iz kojih student mora imati ostvarene ECTS kredite prije pristupanja nastavi iz tog predmeta. Student može upisati predmet za koji nema ispunjene preduslove samo uz pismeno dopuštenje predmetnog nastavnika ili NNV-a. Ukoliko u Studijskom programu nisu definirani preduslovi za neki predmet, taj predmet student može slušati bezuslovno.

## **9. Uslovi za upis u narednu godinu studija, odnosno naredni semestar**

Student upisuje narednu godinu studija na osnovu ukupnog broja ostvarenih ECTS kredita, pri čemu se semestar studija vrednuje sa 30 ECTS, a godina sa 60 ECTS kredita, u skladu sa Zakonom. Student upisuje narednu godinu studija na način da:

- student prve godine studija upisuje drugu godinu studija ukoliko ostvari minimalno 46 ECTS kredita Studijskog programa,
- student druge godine studija upisuje treću godinu studija ukoliko ostvari minimalno 108 ECTS kredita Studijskog programa,
- student treće godine studija upisuje četvrtu godinu studija ukoliko ostvari minimalno 168 ECTS kredita Studijskog programa.

Ukoliko student ne ostvari dovoljan broj ECTS kredita za upis u narednu godinu studija onda upisuje istu godinu studija.

## 10. Završni rad i način završetka studija

Prvi ciklus studija se završava izradom i odbranom završnog rada, koji se vrednuje sa 6 ECTS kredita.

U toku zadnje godine studija student podnosi zahtjev za dodjelu teme završnog rada. Postupak prijave, izrade i odbrane završnog rada regulisan je Pravilnikom o završnom radu na prvom ciklusu studija Univerziteta u Tuzli.

Student stiče pravo na odbranu završnog rada nakon što je u okviru studija ostvario najmanje 234 ECTS kredita, pri čemu mora imati ostvarene ECTS kredite iz svih obaveznih predmeta usmjerenja na koje je upisan.

Nakon odbrane završnog rada student će imati ostvarenih 240 ECTS kredita.

## 11. Uslovi za prelazak sa drugih studijskih programa u okviru istih ili srodnih oblasti studija

Student koji je upisan na drugi srodan studijski program iz oblasti elektrotehnike i računarstva može nastaviti studij u okviru ovog studijskog programa podnošenjem zahtjeva, na način i pod uslovima propisanim Pravilima studiranja na I ciklusu studija na Univerzitetu u Tuzli i drugim opštim aktima Univerziteta.

O zahtjevu studenta odlučuje dekan rješenjem.

## 12. Lista obaveznih i izbornih predmeta

### Obavezni predmeti

Sva usmjerenja Studijskog programa imaju istovjetne (zajedničke) predmete u prvom i drugom semestru. Obavezni predmeti za sve studente upisane na studijski program "Elektrotehnika i računarstvo" su:

#### Zimski semestar

MAT1	Matematika 1
FIZ1	Fizika 1
ESKE001	Osnovi elektrotehnike 1
RI001	Osnovi računarstva
EEMS001	Uvod u energetske sisteme
TZO1	Tjelesni i zdravstveni odgoj 1

#### Ljetni semestar

MAT2	Matematika 2
FIZ2	Fizika 2
ESKE002	Osnovi elektrotehnike 2
RI101	Osnovi programiranja
TK001	Tehnologije za podršku tehničkom pisanju
TZO1	Tjelesni i zdravstveni odgoj 2

Gore navedene predmete obavezno slušaju svi studenti koji su prvi put upisani u prvu godinu studija.

U zavisnosti od usmjerenja na koje je upisan, student je obavezan do kraja studija ostvariti ECTS kredite iz sljedećih predmeta:

## Za usmjerenje **Automatika, robotika i industrijska informatika**

### **Zimski semestar**

AR103	Linearni sistemi automatskog upravljanja I
AR104	Instrumentacija
AR202	Stohastički sistemi i estimacije
AR301	Digitalni sistemi upravljanja i obrade signala I
AR303	Optimalno upravljanje
AR304	Projektovanje sistema na čipu
AR305	Distribuirani sistemi automatizacije
EEMS002	Teorija električnih kola
EEMS104	Modeliranje i simulacija
MAT3	Matematika 3
RI202	Objektno orijentirano programiranje
RI207	Baze podataka
TK102	Osnovi elektronike
BMI204	Obrada i analiza medicinske slike

### **Ljetni semestar**

AR101	Mjerenja u automatici i robotici
AR102	Linearni dinamički sistemi i signali
AR105	Projektovanje logičkih sistema
AR201	Linearni sistemi automatskog upravljanja II
AR203	Aktuatori
AR204	Nelinearni sistemi upravljanja
AR205	Robotika i mašinska vizija
AR206	Inteligentni sistemi
AR207	Projektovanje mikroprocesorskih sistema
AR302	Upravljanje mehatroničkim sistemima
AR401	Digitalni sistemi upravljanja i obrade signala II
RI301	Strukture podataka
TK202	Analogna integrisana elektronika

## Za usmjerenje **Elektroenergetske mreže i sistemi**

### **Zimski semestar**

AR103	Linearni sistemi automatskog upravljanja I
EEMS002	Teorija električnih kola
EEMS003	Mjerenja u elektrotehnici
EEMS004	Matrične metode u elektrotehnici
EEMS105	Modeliranje sistema
EEMS109	Analiza elektroenergetskog sistema
EEMS113	Inteligentni sistemi u elektroenergetici
EEMS203	Upravljanje elektroenergetskog sistema
EEMS205	Optimizacione metode u elektrotehnici
EEMS302	Elektrane
ESKE102	Teorija elektromagnetskih polja
ESKE206	Energetska elektronika
ESKE302	Elektromotorni pogoni
MAT3	Matematika 3

### **Ljetni semestar**

EEMS101	Programski alati u elektroenergetici
EEMS102	Elektroenergetske prenosne i distributivne mreže
EEMS107	Tehnika visokih napona
EEMS108	Relejna tehnika
EEMS110	Dinamika elektroenergetskog sistema
EEMS112	Električne instalacije niskog napona
EEMS114	Numeričke metode u elektrotehnici
EEMS201	Simulacija sistema
EEMS204	Elektroenergetske stanice
EEMS206	Pametne energetske mreže
EEMS301	Numerički postupci u projektovanju
EEMS303	Tržište električne energije
EEMS401	Planiranje elektroenergetskih sistema
ESKE105	Električne mašine 1

### **Za usmjerenje Elektrotehnika i sistemi konverzije energije**

#### **Zimski semestar**

AR103	Linearni sistemi automatskog upravljanja I
EEMS002	Teorija električnih kola
ESKE102	Teorija elektromagnetskih polja
ESKE201	Elektromagnetska kompatibilnost
ESKE202	Električne mreže
ESKE203	Električne mašine 2
ESKE205	Mehatronika
ESKE206	Energetska elektronika
ESKE302	Elektromotorni pogoni
ESKE303	Proizvodnja električne energije
ESKE401	Zaštitni i upravljački sistemi
MAT3	Matematika 3
TK101	Signali i sistemi
TK102	Osnovi elektronike

#### **Ljetni semestar**

ESKE101	Električna mjerenja
ESKE103	Senzori i pretvarači
ESKE104	Osnovi mehatronike
ESKE105	Električne mašine 1
ESKE106	Operaciona istraživanja
ESKE107	Elektromehanička konverzija energije
ESKE207	Ekonomika i organizacija poslovanja u energetici
ESKE301	Električna postrojenja
ESKE304	Dijagnostika u energetici
ESKE402	Sistemi konverzije energije
ESKE403	Upravljanje elektromotornih pogona
ESKE404	Energetika i okolina



## Za usmjerenje **Računarstvo i informatika**

### **Zimski semestar**

AR103	Linearni sistemi automatskog upravljanja I
EEMS004	Matrične metode u elektrotehnici
EEMS105	Modeliranje sistema
MAT3	Matematika 3
RI202	Objektno orijentirano programiranje
RI204	Windows programiranje
RI207	Baze podataka
RI401	Operativni sistemi
RI402	Dizajn kompajlera
RI403	Funkcionalno programiranje
TK101	Signali i sistemi
TK102	Osnovi elektronike

### **Ljetni semestar**

EEMS201	Simulacija sistema
RI201	Arhitektura računara
RI203	Uvod u računarske algoritme
RI205	Računarska grafika
RI206	Primjena inženjerskih softverskih paketa
RI301	Strukture podataka
RI302	Razvoj softvera
RI501	Računarske mreže
RI502	Sistemske programiranje
RI601	Razvoj web aplikacija

## Za usmjerenje **Telekomunikacije i informacione tehnologije**

### **Zimski semestar**

EEMS002	Teorija električnih kola
MAT3	Matematika 3
RI202	Objektno orijentirano programiranje
RI207	Baze podataka
TK003	Telekomunikacijski protokoli
TK101	Signali i sistemi
TK102	Osnovi elektronike
TK203	Osnovi telekomunikacija
TK209	Obrada digitalnih signala
TK306	Teorija informacija i kodovanja
TK307	Mobilne telekomunikacije
TK303	Mjerenja u telekomunikacijama
TK402	Mikroprocesorski sistemi u telekomunikacijama
TK403	Razvoj mobilnih aplikacija i servisa

### **Ljetni semestar**

TK105	Modeliranje i analiza podataka
TK201	Statistička teorija telekomunikacija
TK202	Analogna integrisana elektronika
TK206	Radijski telekomunikacijski sistemi

TK207	Razvoj telekomunikacijske programske podrške
TK208	Sekvencijalni sklopovi
TK210	Telekomunikacione mreže
TK302	Optičke telekomunikacije
TK305	Infrastruktura i servisi u oblaku
TK405	Projektovanje telekomunikacionih mreža
TK406	Multimedijski sistemi i komunikacije

### Izborni predmeti

Kao izborne predmete studenti mogu birati predmete oblasti Biomedicinski inženjering Fakulteta elektrotehnike:

Zimski semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
BMI201	Klinički inženjering	3	0	1	6	ESKE001, RI101
BMI203	Obrada i analiza medicinskih slika	3	0	1	6	RI101
BMI205	Telemedicina	3	0	1	6	TK101

Ljetni semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
BMI202	Principi biomedicinskog inženjeringa	3	0	1	6	ESKE001, RI101
BMI204	Prepoznavanje uzoraka	3	0	1	6	RI101

Osim navedenih izbornih predmeta, kao izborni predmet student može odabrati bilo koji obavezni predmet sa drugog usmjerenja pod uslovom da ima ostvarene preduslove za taj predmet.

Student koji ne ostvari ECTS bodove iz odabranog izbornog predmeta, može ponovo upisati isti ili odabrati drugi nastavni predmet kao izborni.

Fakultet zadržava pravo da zbog organizacijskih razloga odstupa od navedenog rasporeda predmeta po semestrima kao i da neki izborni predmeti ne budu na ponudi studentima svake akademske godine.

## 13. Plan izvođenja predmeta Studijskog programa

S obzirom na predznanja koja student treba steći da bi uspješno pratio nastavu, predviđen je sljedeći raspored predmeta po semestrima studija:

### Sva usmjerenja

1. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
MAT1	Matematika 1	3	2	0	6	
FIZ1	Fizika 1	3	1	1	6	
ESKE001	Osnovi elektrotehnike 1	3	2	1	7	
RI001	Osnovi računarstva	3	1	1	6	
EEMS001	Uvod u energetske sisteme	3	1	0	5	
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>2. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
MAT2	Matematika 2	3	2	0	6	
FIZ2	Fizika 2	3	1	1	6	FIZ1
ESKE002	Osnovi elektrotehnike 2	3	2	1	7	
RI101	Osnovi programiranja	3	1	1	6	RI001
TK001	Tehnologije za podršku tehničkom pisanju	3	0	1	5	
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

### **Usmjerenje Automatika, robotika i industrijska informatika (AR)**

<b>3. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
MAT3	Matematika 3	3	2	0	6	
EEMS002	Teorija električnih kola	3	1	1	6	
TK102	Osnovi elektronike	3	1	1	6	ESKE001
RI202	Objektno orijentirano programiranje	3	1	1	6	RI101
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>4. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
TK202	Analogna integrisana elektronika	3	1	1	6	TK102, ESKE001
AR105	Projektovanje logičkih sistema	3	0	2	6	RI001
AR102	Linearni dinamički sistemi i signali	3	1	1	6	MAT1, MAT2
AR101	Mjerenja u automatici i robotici	3	0	2	6	ESKE001, MAT1, MAT2
RI301	Strukture podataka	3	1	1	6	RI202
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>5. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
AR103	Linearni sistemi automatskog upravljanja I	3	1	1	6	MAT1, MAT2, FIZ1, FIZ2
AR202	Stohastički sistemi i estimacije	3	1	1	6	
AR104	Instrumentacija	3	0	2	6	ESKE001, FIZ1, FIZ2
EEMS104	Modeliranje i simulacija	3	1	1	6	FIZ1
RI207	Baze podataka	3	1	1	6	RI101
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>6. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
AR201	Linearni sistemi automatskog upravljanja II	3	1	1	6	AR103
AR204	Nelinearni sistemi upravljanja	3	1	1	6	AR103
AR203	Aktuatori	3	1	1	6	ESKE001, ESKE002, AR103
AR207	Projektovanje mikroprocesorskih sistema	3	0	2	6	
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>7. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
AR301	Digitalni sistemi upravljanja i obrade signala I	3	1	1	6	AR102, AR201
AR303	Optimalno upravljanje	3	1	1	6	AR201, AR204
AR304	Projektovanje sistema na čipu	3	0	2	6	
AR305	Distribuirani sistemi automatizacije	3	0	2	6	
BMI203	Obrada i analiza medicinskih slika	3	0	1	6	RI101
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>8. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
AR401	Digitalni sistemi upravljanja i obrade signala II	3	1	1	6	AR301
AR205	Robotika i mašinska vizija	3	1	1	6	
AR302	Upravljanje mehatroničkim sistemima	3	1	1	6	AR201, AR203, AR104
AR206	Inteligentni sistemi	3	0	2	6	
ZR	Završni rad	-	-	-	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

### **Usmjerenje Elektroenergetske mreže i sistemi (EEMS)**

<b>3. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
MAT3	Matematika 3	3	2	0	6	
EEMS004	Matrične metode u elektrotehnici	3	1	1	6	
EEMS003	Mjerenja u elektrotehnici	3	1	1	6	ESKE002
EEMS002	Teorija električnih kola	3	1	1	6	
ESKE102	Teorija elektromagnetskih polja	3	1	1	6	ESKE001, ESKE002
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>4. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
EEMS101	Programski alati u elektroenergetici	3	1	1	6	EEMS001
EEMS114	Numeričke metode u elektrotehnici	3	1	1	6	MAT1
EEMS102	Elektroenergetske prenosne i distributivne mreže	3	1	1	6	ESKE002
EEMS112	Električne instalacije niskog napona	3	1	1	6	ESKE002, EEMS001
ESKE105	Električne mašine 1	3	1	1	6	ESKE002
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>5. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
EEMS113	Inteligentni sistemi u elektroenergetici	3	1	1	6	RI001, EEMS101
EEMS205	Optimizacione metode u elektrotehnici	3	1	1	6	EEMS114
EEMS105	Modeliranje sistema	3	1	1	6	EEMS004
AR103	Linearni sistemi automatskog upravljanja I	3	1	1	6	MAT1, MAT2, FIZ1, FIZ2
ESKE206	Energetska elektronika	3	1	1	6	ESKE002, TK102
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>6. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
EEMS108	Relejna tehnika	3	1	1	6	MAT3, EEMS002, ESKE002
EEMS107	Tehnika visokih napona	3	1	1	6	EEMS002
EEMS204	Elektroenergetske stanice	3	1	1	6	EEMS101, EEMS112
EEMS201	Simulacija sistema	3	1	1	6	EEMS105
EEMS206	Pametne energetske mreže	3	1	1	6	EEMS113
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>7. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
EEMS203	Upravljanje elektroenergetskog sistema	3	1	1	6	EEMS101, AR103, MAT3
ESKE302	Elektromotorni pogoni	3	1	1	6	ESKE105, ESKE203
EEMS109	Analiza elektroenergetskog sistema	3	1	1	6	EEMS002
EEMS302	Elektrane	3	1	1	6	EEMS204, FIZ1
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>8. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
EEMS401	Planiranje elektroenergetskih sistema	3	1	1	6	EEMS102, EEMS109, EEMS302
EEMS301	Numerički postupci u projektovanju	3	1	1	6	EEMS205
EEMS110	Dinamika elektroenergetskog sistema	3	1	1	6	EEMS002
EEMS303	Tržište električne energije	3	1	1	6	EEMS205
ZR	Završni rad	-	-	-	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

### **Usmjerenje Elektrotehnika i sistemi konverzije energije (ESKE)**

<b>3. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
MAT3	Matematika 3	3	2	0	6	
ESKE102	Teorija elektromagnetskih polja	3	1	1	6	ESKE001, ESKE002
EEMS002	Teorija električnih kola	3	1	1	6	
TK102	Osnovi elektronike	3	1	1	6	ESKE001
TK101	Signali i sistemi	3	1	1	6	MAT1
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>4. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
ESKE101	Električna mjerenja	3	1	1	6	ESKE001, ESKE002
ESKE107	Elektromehanička konverzija energije	3	2	0	6	ESKE002
ESKE105	Električne mašine 1	3	1	1	6	ESKE002
ESKE103	Senzori i pretvarači	3	1	1	6	ESKE001, FIZ1
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>5. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
ESKE203	Električne mašine 2	3	1	1	6	ESKE105
AR103	Linearni sistemi automatskog upravljanja I	3	1	1	6	MAT1, MAT2, FIZ1, FIZ2
ESKE206	Energetska elektronika	3	1	1	6	ESKE002, TK102
ESKE202	Električne mreže	3	1	1	6	ESKE101
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>6. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
ESKE201	Elektromagnetska kompatibilnost	3	1	1	6	ESKE102
ESKE301	Električna postrojenja	3	1	1	6	ESKE202
ESKE304	Dijagnostika u energetici	3	1	1	6	ESKE101, ESKE105, ESKE203
ESKE106	Operaciona istraživanja	3	1	0	6	MAT1, MAT2
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>7. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
ESKE302	Elektromotorni pogoni	3	1	1	6	ESKE105, ESKE203
ESKE401	Zaštitni i upravljački sistemi	3	1	1	6	ESKE301, ESKE304
ESKE303	Proizvodnja električne energije	3	1	1	6	ESKE105, ESKE203
ESKE205	Mehatronika	3	1	1	6	ESKE103, ESKE106
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>8. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
ESKE402	Sistemi konverzije energije	3	1	1	6	ESKE107, ESKE303
ESKE403	Upravljanje elektromotornih pogona	3	1	1	6	ESKE206, ESKE302
ESKE404	Energetika i okolina	3	1	1	6	ESKE201, ESKE303
ESKE207	Ekonomika i organizacija poslovanja u energetici	3	1	1	6	MAT1, ESKE106
ZR	Završni rad	-	-	-	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

### **Usmjerenje Računarstvo i informatika (RI)**

<b>3. semestar</b>						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
MAT3	Matematika 3	3	2	0	6	
TK101	Signali i sistemi	3	1	1	6	MAT1
TK102	Osnovi elektronike	3	1	1	6	ESKE001
RI202	Objektno orijentirano programiranje	3	1	1	6	RI101
EEMS004	Matrične metode u elektrotehnici	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>4. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
RI206	Primjena inženjerskih softverskih paketa	3	1	1	6	RI101
RI201	Arhitektura računara	3	1	1	6	RI101
RI203	Uvod u računarske algoritme	3	1	1	6	RI101
RI301	Strukture podataka	3	1	1	6	RI202
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>5. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
EEMS105	Modeliranje sistema	3	1	1	6	EEMS004
RI401	Operativni sistemi	3	1	1	6	RI201, RI301
RI207	Baze podataka	3	1	1	6	RI101
RI403	Funkcionalno programiranje	3	1	1	6	RI301
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>6. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
RI205	Računarska grafika	3	1	1	6	RI101
EEMS201	Simulacija sistema	3	1	1	6	EEMS105
RI501	Računarske mreže	3	1	1	6	RI401
RI302	Razvoj softvera	3	1	1	6	RI207, RI202
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>7. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
AR103	Linearni sistemi automatskog upravljanja I	3	1	1	6	MAT1, MAT2, FIZ1, FIZ2
RI204	Windows programiranje	3	1	1	6	RI101
RI402	Dizajn kompajlera	3	1	1	6	RI201, RI301
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>9</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	
Ukupno izbornih:		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	



8. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
RI502	Sistemsko programiranje	3	1	1	6	RI401
RI601	Razvoj web aplikacija	3	1	1	6	TK001, RI302, RI501
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
ZR	Završni rad	-	-	-	6	
Ukupno obaveznih:		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>18</b>	
Ukupno izbornih:		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	

### Usmjerenje Telekomunikacije i informacione tehnologije (TK)

3. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
MAT3	Matematika 3	3	2	0	6	
TK101	Signali i sistemi	3	1	1	6	MAT1
TK102	Osnovi elektronike	3	1	1	6	ESKE001
RI202	Objektno orijentirano programiranje	3	1	1	6	RI101
EEMS002	Teorija električnih kola	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

4. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
TK202	Analogna integrisana elektronika	3	1	1	6	TK102, ESKE001
TK201	Statistička teorija telekomunikacija	3	1	1	6	TK101
TK208	Sekvencijalni sklopovi	3	1	1	6	RI101
TK105	Modeliranje i analiza podataka	3	0	2	6	MAT1
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

5. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
TK203	Osnovi telekomunikacija	3	1	1	6	TK101
TK306	Teorija informacija i kodovanja	3	1	1	6	TK201
TK003	Telekomunikacijski protokoli	3	1	1	6	
TK209	Obrada digitalnih signala	3	1	1	6	TK101
RI207	Baze podataka	3	1	1	6	RI101
Ukupno obaveznih:		<b>15</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	
Ukupno izbornih:		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>6. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
TK302	Optičke telekomunikacije	3	1	1	6	TK101, TK102
TK207	Razvoj telekomunikacijske programske podrške	3	0	2	6	RI202
TK210	Telekomunikacione mreže	3	0	2	6	TK101
TK206	Radijski telekomunikacijski sistemi	3	1	1	6	TK101, TK102
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>7. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
TK307	Mobilne telekomunikacije	3	1	1	6	TK101, TK206
TK404	Mikroprocesorski sistemi u telekomunikacijama	3	1	1	6	TK208, TK209
TK308	Mjerenja u telekomunikacijama	3	1	1	6	TK101
TK403	Razvoj mobilnih aplikacija i servisa	3	0	2	6	RI202, RI207
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
Ukupno obaveznih:		<b>12</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

<b>8. semestar</b>						
<b>Šifra</b>	<b>Naziv</b>	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b>ECTS</b>	<b>Preduslovi</b>
TK305	Infrastruktura i servisi u oblaku	3	0	2	6	TK210
TK405	Projektovanje telekomunikacionih mreža	3	0	2	6	TK302, TK210
TK406	Multimedijski sistemi i komunikacije	3	1	1	6	TK003, TK306
IZB	Izborni predmet	3	1	1	6	
ZR	Završni rad	-	-	-	6	
Ukupno obaveznih:		<b>9</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	
Ukupno izbornih:		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	

Student može odstupiti od predviđenog plana ali samo pod uslovom da poštuje preduslove za predmete koje namjerava upisati u datom semestru te da svoj raspored nastave uskladi sa rasporedom predmeta koje upisuje.

## 14. Nastavni program za predmete Studijskog programa

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR101**

**Mjerenja u automatici i robotici**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE001, MAT1, MAT2

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Upoznati studente sa teorijom mjerenja u automatici i robotici, te sa osnovnim mjernim metodama. Mjerenja električnih i neelektričnih veličina. Senzori.

**Sadržaj:**

Uvod u mjernu tehniku. Greške pri mjerenju. Analiza mjernih grešaka. Analogni mjerni instrumenti: osnovne vrste i princip rada. Mjerni mostovi istosm. i izmjenične struje. Kompenzatori za istosm. i izmjeničnu struju. Električna brojila (mjerenje frekvencije, vremena, energije ...). Osciloskop. Signalni izvori. Mjerenja digitalnih sistema. Upravljanje instrumenata. Digitalno signalno procesiranje u mjerenjima. Mjerenje napona i struje. Mjerenje otpora, induktiviteta i kapaciteta. Mjerenje neelektričnih veličina električnim putem. Digitalni mjerni instrumenti. Računarski podržana mjerenja. Mjerenje i procesiranje mikrosenzorskih signala.

Principi djelovanja i podjela senzora i mjernih pretvaraca s obzirom na fizikalno-hemijska svojstva i tok materije i energije. (kapacitivni, induktivni, otpornicki i piezo senzori, senzori temperature, pritiska, protoka, senzori pozicije, brzine, vibracija i ubrzanja, senzori sile i momenta, senzori nivoa, optoelektronski senzori). Tehnicke specifikacije senzora u industrijskim mjerenjima. Obrada i prenos mjernih signala. Kondicioniranje, linearizacija mjernih signala i otklanjanje smetnji. Osnovi inteligentnih mjerenja. Vizualizacija procesnih velicina i cjelokupnog procesa. Prikaz i analiza mjernih rezultata, procjena mjerne nesigurnosti. Primjeri projektovanja mjerne i ispitne opreme u automatizaciji procesa.

**Literatura:**

N.Perić, I.Petrović, Procesna mjerenja, Zavod za APR, FER Zagreb, 1999.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na laboratorijskim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR102**

**Linearni dinamički sistemi i signali**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** MAT1, MAT2

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je upoznavanje studenata sa fundamentalnim metodama analize linearnih dinamičkih sistema i signala.

**Sadržaj:**

Definicija i podjela signala i sistema. Osnovni kontinualni signali i operacije nad signalima. Konvolucija kontinualnih signala i njene osobine. Fourierov red. Fourierova transformacija i njene osobine. Laplaceova transformacija i njene osobine. Osnovni diskretni signali i operacije nad signalima. Konvolucija diskretnih signala i njene osobine. Teorema o uzorkovanju. Diskretna Fourierova transformacija i njene osobine. Zed transformacija i njene osobine. Linearni stacionarni kontinualni sistemi, reprezentacija preko impulsnog odziva, diferencijalne jednačine i prenosne funkcije. Nalaženje odziva kontinualnog LTI sistema (odziv nultog stanja, odziv nultog ulaza, ustaljeni sinusoidalni odziv). Stabilnost LTI sistema. Osjetljivost LTI sistema. Primjeri primjene u inženjerstvu. Linearni stacionarni diskretni signali, reprezentacija preko impulsnog odziva, diferentne jednačine i prenosne funkcije. Nalaženje odziva diskretnog LTI sistema (odziv nultog stanja, odziv nultog ulaza, ustaljeni sinusoidalni odziv). Primjeri primjene u inženjerstvu. Stabilnost diskretnog LTI sistema. Osjetljivost diskretnog LTI sistema.

**Literatura:**

Z. Gajić, Linear Dynamic Systems and Signals, Prentice – Hall, 2003  
Oppenheim et al, Signals and systems, Prentice-Hall, 1996.  
S. Haykin, Signals and systems, John Wiley&Sons, 2002.  
H. Hsu, Schaum's Outline of Signals and Systems, 2004.  
S.T. Karris, Signals and Systems with Matlab Applications, Orchard Applications, 2003

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na laboratorijskim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od teoretskih pitanja.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR103**

**Linearni sistemi automatskog upravljanja I**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** MAT1, MAT2, FIZ1, FIZ2

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Osnovni cilj kursa je predstavljanje fundamentalnih znanja iz teorije automatskog upravljanja tehničkim sistemima. Predstavljaju se bazne tehnike analize i dizajna kontinualnih linearnih sistema automatskog upravljanja u domenu prenosnih funkcija. Takođe se predstavljaju savremeni softverski i hardverski alati za analizu, dizajn i implementaciju SAU.

**Sadržaj:**

Osnovni pojmovi i principi automatskog upravljanja sistemima, upravljanje sa otvorenom i zatvorenom povratnom spregom. Matematički opisi kontinualnih linearnih i nelinearnih sistema. Matematičko modeliranje mehaničkih, električnih, elektromehaničkih, hidrauličkih, pneumatskih i termičkih sistema. Linearizacija modela nelinearnih sistema. Rješavanje modela linearnih vremenski invarijantnih sistema. Laplasova transformacija i pojam prenosne funkcije. Dijagram blokova. Algebra dijagrama blokova i graf toka signala. Mejsonova formula. Ocjena kvaliteta upravljanja SAU u prelaznom (tranzijentnom) i ustaljenom režimu. Stabilnost dinamičkih sistema i analiza stabilnosti sistema algebarskim metodama. Metod geometrijskog mjesta korijena. Dizajn linearnog regulatora sa postavljanjem polova u domenu prenosnih funkcija (PP). Svi stabilizirajući regulatori. Integro-diferencijalni kompenzatori. Regulatori PID tipa. Dizajn PID regulatora korištenjem metoda geometrijskog mjesta korijena. Eksperimentalno podešavanje PID regulatora. Naprednije šeme upravljanja.

**Literatura:**

- N. Prljača, Z. Šehić, Automatsko Upravljanje – Analiza i Dizajn, Mikroštampa, Tuzla, 2008  
R. Dorf, R. Bishop, Modern Control Systems, Prentice Hall, 2010  
Z. Gajić, M. Lelić, Modern Control Systems Engineering, Prentice Hall, 1996

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže kroz predispitne aktivnosti i završni ispit. Predispitne aktivnosti uključuju pismene parcijalne ispite i-ili seminarske radove, koji obuhvataju rješavanje problema koristeći pristupe i principe rađene na predavanjima i vježbama. Završni ispit je pismeni i obuhvata kompletno ispredavano gradivo.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR104**

**Instrumentacija**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE001, FIZ1, FIZ2

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je upoznavanje studenata sa savremenim sredstvima, uređajima, sistemima i metodama za mjerenje fizikalnih veličina i akviziciju mjernih signala. Upoznavanje studenata sa povezivanjem senzora, prilagođavanjem, filtriranjem, konverzijom, prenosom, obradom, prezentacijom i primjenom mjernih signala. Upoznavanje sa arhitekturom savremenih mjerno-akvizicionih sistema. Upoznavanje sa softverskim paketima i opremom za projektovanje i implementaciju mjerno-akvizicionih sistema i virtuelne instrumentacije.

**Sadržaj:**

Uvod u savremene sisteme mjerenja i akvizicije signala. Podjela instrumentacije. Statičke i dinamičke karakteristike senzora, pretvarača i transmitera. Mjerenje neelektričnih veličina. Senzori, pretvarači i transmiteri: temperature, pritiska, protoka, nivoa, sile, pozicije, brzine, ubrzanja. Standardi mjernih signala. Povezivanje senzora. Pojačanje i prilagođenje mjernih signala. Linearizacija statičke karakteristike senzora. Mjerni mostovi. Prenos i obrada mjernih signala. Šum i mjere za otklanjanje šuma. Karakteristike kablova za prenos signala. Operaciona, diferencijalna, instrumentaciona i izolaciona pojačala. Pojačala sa promjenljivim pojačanjem. Analogni filteri mjernih signala. Primjena talasića u analizi mjernih signala. Analogni multiplekseri. Odmjeri-pamti kola. Digitalno-analogni konvertori. DA sa težinskom otpornom mrežom. DA sa ljestvičastom otpornom mrežom. Analogno-digitalni konvertori. AD konvertori sa sukcesivnom aproksimacijom. AD konvertori integralnog tipa. Paralelni AD konvertori. Delta-sigma AD konvertori. Osnove arhitekture personalnog računara. Sistem prekida. Direktan pristup memoriji. Povezivanje akvizicionih uređaja na PC preko zajedničke magistrale. Povezivanje akvizicionih uređaja na PC preko standardnih serijskih i paralelnih interfejsa (RS232, RS 485, USB, IEEE-488). HART protokol. Arhitektura AD, DA, DI/DO i tajmer-brojač akvizicionih kartica. Arhitektura VXI, PXI i PXI Express instrumentacije. Inteligentni senzori. Softverski paketi mjerenja i akvizicije podataka. Softver virtuelne instrumentacije.

**Literatura:**

- V. Drndarević, "Personalni računari u sistemima merenja i upravljanja", Akademska misao, Beograd 2003  
T. Brodić, "Elektronički elementi i osnovni sklopovi", Školska knjiga, Zagreb, 1995  
Tomislav Brodić, "Analogna integrisana elektronika", Svjetlost Sarajevo, 1990.  
M. Popović, "Senzori i mjerenja", četvrto izdanje, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Sarajevo, 2004.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na laboratorijskim vježbama. Praktični dio ispita se sastoji od studentskog

projekta u oblasti industrijskog mjerenja i virtuelne instrumentacije koristeći LabVIEW. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije, seminarskog rada i teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR105**

**Projektovanje logičkih sistema**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI001

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Ciljevi kursa su da studenti savladaju osnove analize i sinteze digitalnih logičkih kola, korištenjem savremenih alata za dizajn digitalnih sistema. Na kraju semestra/kursa, studenti će biti osposobljeni da implementiraju dizajn programabilnih logičkih kola korištenjem hardverskog programskog jezika Verilog.

**Sadržaj:**

Uvod u digitalna kola. Bulova algebra i logička kola. Sinteza i optimizacija logičkih funkcija. Implementacione tehnologije (MOSFET). Programabilna logička kola (PLD). Uvod u hardverske deskripcione jezike (HDL). Osnove Verilog hardverskog programskog jezika. Projektovanje aritmetičkih kola i Verilog dizajn. Projektovanje kombinacionih kola (koderi i dekoderi, multiplekseri i demultiplekseri) i Verilog dizajn. Projektovanje sekvencijalnih kola (flip-flopovi, registri i brojači) i Verilog dizajn. Projektovanje sekvencijalnih mreža. Elementarni automati. Mašina konačnih stanja i Verilog dizajn. Asinhrona sekvencijalna kola. Projektovanje digitalnih sistema. Primjeri projektovanja logičkih kola u inženjerstvu.

**Literatura:**

1. S. Brown, Z. Vranesic: Fundamentals of Digital Logic with Verilog Design, 2014.
2. J. P. Hoffbeck: Using Practical Examples in Teaching Digital Logic Design, 2014.
3. Brock J. LaMeres: Introduction to Logic Circuits and Logic Design with Verilog, 2017.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže kroz predispitne aktivnosti i završni ispit. Predispitne aktivnosti uključuju zadaće, pismene parcijalne ispite i-ili seminarske radove, koji obuhvataju rješavanje problema koristeći pristupe i principe rađene na predavanjima i vježbama. Završni ispit je pismeni i obuhvata kompletno ispredavano gradivo.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR201**

**Linearni sistemi automatskog upravljanja II**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** AR103

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Osnovni cilj kursa je predstavljanje fundamentalnih znanja iz teorije automatskog upravljanja tehničkim sistemima. Predstavljaju se bazne tehnike analize i dizajna kontinualnih linearnih sistema automatskog upravljanja u frekventnom i domenu prostora stanja. Takođe se predstavljaju savremeni softverski i hardverski alati za analizu, dizajn i implementaciju SAU.

## Sadržaj:

Frekventne karakteristike linearnih sistema i konstrukcija njihovih dijagrama. Analiza stabilnosti u frekventnom domenu, Nyquist –ov kriterij. Relativna stabilnost i margine stabilnosti. Ocjena kvaliteta upravljanja SAU u prelaznom (tranzijentnom) i ustaljenom režimu u frekventnom domenu. Dizajn integro-diferencijalnih kompenzatora i PID regulatora u frekventnom domenu korištenjem Bode-ovih dijagrama. Koncept prostora stanja linearnih dinamičkih sistema. Transformacije sličnosti i kanonske forme u prostoru stanja. Analiza stabilnosti u prostoru stanja. Teorija stabilnosti Lyapunov-a. Pojam kontrolabilnosti i opservabilnosti sistema. Dizajn regulatora u prostoru stanja, regulator sa postavljanjem polova. Estimatori (observeri) vektora stanja i njihov dizajn. Princip separacije. Dizajn linearnog determinističkog optimalnog regulatora u prostoru stanja. Dizajn linearnog stohastičkog optimalnog regulatora u prostoru stanja i Kalman-ov filter. Osnovi digitalnog upravljanja. Dizajn digitalnih regulatora emulacijom kontinualnih regulatora.

## Literatura:

N. Prljača, Z. Šehić, Automatsko Upravljanje – Analiza i Dizajn, Mikroštampa, Tuzla, 2008  
R. Dorf, R. Bishop, Modern Control Systems, Prentice Hall, 2010  
Z. Gajić, M. Lelić, Modern Control Systems Engineering, Prentice Hall, 1996

## Metode provjere znanja:

Ispit se polaže kroz predispitne aktivnosti i završni ispit. Predispitne aktivnosti uključuju pismene parcijalne ispite i-ili seminarske radove, koji obuhvataju rješavanje problema koristeći pristupe i principe rađene na predavanjima i vježbama. Završni ispit je pismeni i obuhvata kompletno ispredavano gradivo.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR202**

**Stohastički sistemi i estimacije**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Ciljevi kursa su da studenti savladaju osnove stohastičkih procesa i teorije estimacije. Na kraju semestra/kursa studenti će biti osposobljeni da analiziraju stohastičke procese i sisteme i rješavaju probleme u domenu estimacije parametara i stanja stohastičkih sistema.

## Sadržaj:

Kombinatorika. Pojam vjerovatnoće. Teorema totalne vjerovatnoće. Bayesova teorema. Slučajne varijable i parametri raspodjele. Koncept diskretne i kontinulane slučajne varijable i njihove raspodjele. Koncept dvije i više slučajnih varijabli. Distribucija združene vjerovatnoće slučajnih varijabli. Osnove stohastičkih procesa. Spektralna prezentacija stohastičkih procesa. Analiza vremenskih serija kao realizacije stohastičkog procesa. Sistemi sa stohastičkim ulazima. Izlazna statistika kontinualnih i diskretnih linearnih vremenskih sistema. Principi estimacije. Estimacija parametara. Estimator minimalne varijanse. Estimator najmanje kvadratne greške (MSE). Estimator maksimalne vjerovatnoće (ML). Estimator maksimalne a' posteriori vjerovatnoće (MAP). Estimacija parametara sistema. Estimacija stanja. Linearni Kalmanov filter (KF). Nelinerni Kalmanov filter (EKF, UKF). Višestruki model estimacije (MME). Primjeri primjene u inženjerstvu.

## Literatura:

1. Ronald E. Walpole, Raymond H. Myers, Sharon L. Myers, Keying Ye: Probability & Statistics for Engineers & Scientists, Prentice Hall, 2011.  
2. G. Lindgren, H. Rootzen, M. Santzen: Stationary Stochastic Processes for Scientists and Engineers, CRC Press, Taylor and Francis Group, 2014.  
3. B. Kovačević, Ž. Đurović: Fundamentals of Stochastic Signals, Systems and Estimation with Worked

Examples, 2008.

4. Y. Bar Shalom, Estimation and Tracking: Principles, Techniques and Software, 1998.

### Metode provjere znanja:

Ispit se polaže kroz predispitne aktivnosti i završni ispit. Predispitne aktivnosti uključuju zadaće, pismene parcijalne ispite i-ili seminarske radove, koji obuhvataju rješavanje problema koristeći pristupe i principe rađene na predavanjima i vježbama. Završni ispit je pismeni i obuhvata kompletno ispredavano gradivo.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR203**

**Aktuatori**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE001, ESKE002, AR103

**Semestar:** ljetni

### Ciljevi:

Upoznavanje studenata sa električnim, hidrauličkim i pneumatskim aktuatorima. Upoznavanje studenata sa električnom, hidrauličkom i pneumatskom regulacijom i upravljanjem. Upoznavanje studenata sa digitalnim upravljanjem električnim pogonima. Upoznavanje studenata sa elementima električnih, hidrauličkih i pneumatskih regulacionih krugova. Upoznavanje studenata sa elektronskim energetske ventilima, pojačalima snage i energetske pretvaračima. Upoznavanje studenata sa procesnom dokumentacijom, procesnim dijagramima, dijagramima toka, električnim, hidrauličkim i pneumatskim šemama i simbolima procesnih elemenata, aktuatora i instrumentacije.

### Sadržaj:

Uvod u aktuator. Podjela aktuatora. Električni, hidraulički, pneumatski i mikroaktuatori. Uvod u energetske elektroniku. Električni energetske ventili i sklopke. Električni parametri energetske ventila i sklopki. Termičke karakteristike i hlađenje energetske ventila. Energetske diode. Energetske bipolarne tranzistori. Energetske darlington par. Energetske MOS tranzistori. IGB tranzistori. Tiristori. Triaci. Podjela energetske pretvarača. Direktni i indirektni pretvarači. Jednosmjerni linearni i impulsni izvori napajanja. Jednofazni i trofazni diodni neupravljivi ispravljači. Linearni stabilizatori napona serije LM78xx. Upravljivi tiristorski i tranzistorski AC/DC pretvarači. Fazno upravljanje i impulsno širinska modulacija. Buck, bust i reverzibilni DC/DC pretvarači. Jednofazni most kao PWM istosmjerni pretvarač i njegovo upravljanje. Autonomni invertori napona. Regulacija napona invertora. Tipovi modulacije impulsa izlaznog napona invertora (PAM, PDM, PWM, PPM). Jednostruka i višestruka PWM. Indirektni DC/AC pretvarači. Monofazni inverter struje. Monofazni i trofazni usmjerivači. Sinusna i vektorska modulacija širine impulsa izlaznog napona usmjerivača. Pretvarači izmjeničnog napona direktnog tipa. Pretvarači izmjeničnog napona i frekvencije indirektnog tipa. Frekventni pretvarač. Električni aktuatori i motori. Podjela motora: istosmjerni, izmjenični, koračni. Mehanički prenosnici. Mehaničke karakteristike motora i tereta. Određivanje radne tačke elektromotornog pogona (EMP) i stabilnost radne tačke EMP. Osnovne karakteristike i pokazatelji regulacija brzine vrtnje EMP pogona. Dinamički i statički model istosmjernog nezavisno pobuđenog motora (INP motor). Prenosna funkcija INP motora. Prenosna funkcija mosnog pretvarača. Izbor frekvencije PWM modulacije. Statika EMP sa INP motorima. Zalijetanje i kočenje EMP sa INP motorima. Upravljanje EPM sa INP naponom armature i poljem. Izmjenični kavezni i kliznokolutni asinhroni motori. Obrtno magnetno polje. Dinamički i statički matematički model izmjeničnog indukcionog (asinhronog) motora i nadomjesna šema. Moment asinhronog motora. Upravljanje EMP sa asinhronim motorom. Skalarno upravljanje. Temeljne jednačine hidrauličkih i pneumatskih procesa. Hidraulički aktuatori. Hidraulički servomotori. Matematički modeli hidrauličkog servomotora. Hidraulički ventili i razvodnici. Napor i snaga pumpe. QH karakteristika pumpe i postrojenja. Upravljanje protokom pumpe. Pneumatski aktuatori. Pneumatski motori i njihov matematički model. Pneumatski ventili, razvodnici i kompresori. Matematički model pneumatskog ventila. Pneumatski cilindri. Procesna dokumentacija,



procesni dijagrami, dijagrami toka, električne, hidrauličke i pneumatske šeme i simboli procesnih elemenata, aktuatora i instrumentacije.

#### Literatura:

- P. Gugić, "Električni servomotori", Školska knjiga, Zagreb, 1987.  
V. Vučković, "Električni pogoni", Akademska misao, Beograd, 2002.  
T. Brodić, "Osnove energetske elektronike 1. dio", Školska knjiga, Zagreb, 2002.  
C. T. Kilian, „Modern Control Technology: Components and Systems“, Delmar Thomson Learning, 2006.  
W. C. Dunn, "Fundamentals of industrial instrumentation and process control", McGraw-Hill, New York, 2005.

#### Metode provjere znanja:

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije, seminarskog rada i teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR204**

**Nelinearni sistemi upravljanja**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** AR103

**Semestar:** ljetni

#### Ciljevi:

Upoznavanje studenata sa nelinearnim fenomenima i nelinearnim elementima sistema upravljanja.

Pregled, proučavanje i primjena klasičnih i naprednih metoda analize nelinearnih sistema upravljanja.

Pregled, proučavanje i primjena klasičnih i naprednih metoda sinteze nelinearnih sistema upravljanja.

#### Sadržaj:

Uvod u nelinearne sisteme. Definicija varijabli stanja, prostora stanja i trajektorije stanja nelinearnih sistema. Matematički modeli nelinearnih sistema. Nelinearni fenomeni dinamičkih sistema. Tipični nelinearni elementi. Nelinearni sistemi drugog reda. Analiza nelinearnih sistema u faznoj ravni. Metod izoklina. Osnove teorije Ljapunova. Koncept stabilnosti. Asimptotska stabilnost, eksponencijalna stabilnost. Linearizacija i lokalna stabilnost. I (indirektni) metod Ljapunova. II (direktni) metod Ljapunova. Analiza nelinearnih sistema u frekventnom domenu. Koncept pasivnosti. Pozitivno realne funkcije prenosa. Koncept apsolutne stabilnosti. Metod opisne funkcije. Upravljanje nelinearnim sistema. Klizni režim. Relejno upravljanje. Linearizacija povratnom spregom. Raspoređivanje pojačanja. Adaptivni sistemi. Samopodešavajući regulatori.

#### Literatura:

- J. J. E. Slotine, W. Li, "Applied nonlinear control", Prentice Hall, New Jersey, 1991.  
H. K. Khalil, "Nonlinear systems", third edition, Prentice-Hall, New Jersey, 2002.  
J. Osmić, N. Prljača, Z. Šehić, "Automatsko upravljanje I, zbirka riješenih zadataka", Soreli, Tuzla, 2013.  
N. Prljača, Z. Šehić, "Automatsko upravljanje", analiza i dizajn, Tuzla, 2008.  
B. Kovačević, Ž. Đurović, "Sistemi automatskog upravljanja", zbornik riješenih zadataka, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 1997.

#### Metode provjere znanja:

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije seminarskog rada i teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR205**

**Robotika i mašinska vizija**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj kursa je predstavljanje industrijske robotike, mašinske i robotske vizije.

**Sadržaj:**

Uvod u robotiku. Položaji orijentacija krutog tijela. Homogene koordinate i homogene matrice transformacije. Konvencija Danavit–Hartenberga. Direktna i inverzna kinematika industrijskih manipulacionih robota. Dinamičko modeliranje industrijskih manipulacionih robota. Pogoni manipulacionih robota. Planiranje kretanja. Planiranje trajektorija. Upravljanje kretanjem, decentralizovani i centralizovani pristupi. Upravljanje silom. Robotski senzori. Mašinska i robotska vizija. Digitalizirana slika i njene karakteristike. Diskretne linearne transformacije slike (DFT, DCT, Karhunen–Leve transformacija, Harova transformacija, Wavelet transformacija). Geometrijske transformacije slike.

Poboljšanje kvaliteta digitalne slike, linearni filtri, nelinearni filtri. Restauracija slike. Detektori ivica i kornera. Segmentacija slike, segmentacija slike bazirana na pragu svjetljenja (threshold), segmentacije bazirane na ivicama i regionima. Analiza binarnih slika. Matematička morfologija. Deskriptori i reprezentacija oblika. Osnovni elementi prepoznavanje objekata (uzoraka), statističko prepoznavanje oblika, sintaktičko prepoznavanje oblika. Mašinsko učenje i duboko mašinsko učenje u mašinskoj viziji. 3D vizija. Robotski kontroleri: hardverska i softverska struktura. Programiranje industrijskih robota. Analiza slučaja.

**Literatura:**

J.Velagić, Analiza i upravljanje robotskim manipulatorima, Univerzitetska knjiga Mostar, 2008

B.Siciliano, L.Sciavicco, L.Villani, G.Oriolo, Robotics, Springer, 2010

R. Gonzalez et al, Digital Image Processing, Prentice Hall, 2004

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže kroz predispitne aktivnosti i završni ispit. Predispitne aktivnosti podrazumjevaju izradu seminarskih radova, koji obuhvataju rješavanje problema koristeći principe rađene na predavanjima i vježbama. Završni ispit je pismeni i obuhvata kompletno ispredavano gradivo.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR206**

**Inteligentni sistemi**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Ciljevi kursa su da studenti nauče selektirane algoritme vještačke inteligencije koji omogućavaju kreiranje inteligentnih sistema. Na kraju semestra/kursa, studenti će biti osposobljeni da koriste selektirane metode klasifikacije i predikcije, fuzzy sisteme zaključivanja i metaheurističke metode u cilju projektovanja inteligentnih sistema.

**Sadržaj:**

Koncepti i tehnike vještačke inteligencije. Inteligentni sistemi. Mašinsko i duboko učenje. Nenadzirano učenje. Metode grupisanja (klasteringa). Nadzirano učenje. Metode klasifikacije (KNN, Bayesov klasifikator, SVM). Plitke i duboke neuronske mreže i algoritmi učenja. Primjeri primjene neuronskih mreža. Fuzzy logika. Fuzzy zaključivanje. Primjeri primjene fuzzy zaključivanja. Neuro-fuzzy sistemi (ANFIS) i primjeri primjene. Metaheuristički algoritmi. Genetski algoritmi i primjeri primjene. Hibridni inteligentni sistemi. Primjeri inteligentnih sistema. Industry 4.0. Inteligentni transportni sistemi. Robotske aplikacije.

**Literatura:**

1. Lejla Banjanović-Mehmedović: Inteligentni sistemi, univerzitetski udžbenik, 2011.
2. Zubarev, V. "Machine Learning for Everybody", 2018.
3. Stuart Russell, Peter Norvig: Artificial Intelligence A Modern Approach, 2021.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže kroz predispitne aktivnosti i završni ispit. Predispitne aktivnosti uključuju zadaće, pismene parcijalne ispite i-ili seminarske radove, koji obuhvataju rješavanje problema koristeći pristupe i principe rađene na predavanjima i vježbama. Završni ispit je pismeni i obuhvata kompletno ispredavano gradivo.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR207**

**Projektovanje mikroprocesorskih sistema**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je da upozna studente sa metodama projektovanja ugradbenih mikroprocesorski baziranih sistema.

**Sadržaj:**

Projektovanje i upotreba mikroprocesorski baziranih ugrađenih sistema. Arhitektura mikroprocesora. CISC i RISC procesori. ARM 32-bitni RISC procesor, arhitektura i karakteristike. Kontrolna jedinica i aritmetičko-logička jedinica. Pipelining. Registri, sabirnice, memorije. Modovi rada procesora. Izuzeci i prekidi. Koprocesori (FPU, DSP, etc.). I/O periferali i komunikacioni interfejsi. ARM instrukcijski skup i asemblersko programiranje. ARM, Thumb i Thumb 2 instrukcijski skupovi. ARM Cortex M arhitektura i mikroprocesori. Mikrokontroleri. Razvoj softvera ugradbenih sistema. Razvoj ugradbenog softvera korištenjem C jezika. Softverski interfejsi i biblioteke (API, HAL). Osnovne arhitekture bare-metal ugradbenog softvera (super loop, interrupt driven, foreground-background). RTOS operativni sistemi ugradbenih mikroprocesorskih sistema. Servisi operativnih sistema. Upravljanje taskovima. Konkurentno izvođenje taskova. Raspoređivači taskova (schedulers). Upravljanje memorijom. Sinhronizacija i komunikacija između taskova (mutexi, semafori, prenošenjeporuka, etc.). Upravljanje fajl sistemom.

**Literatura:**

- M. A. Mazidi et al., "ARM Assembly Language Programming and Architecture", Mazidis and Naimis, 2013  
J. Yiu, "The Definitive Guide to ARM Cortex M3 and M4 Processors", ELSEVIER, 2014  
N. Prljača, M. Glavić, "Programiranje u C Programskom Jeziku", Univerzitet u Tuzli, 1999  
A. Silberschatz, P. Galvin, G. Gagne, "Operating System Concepts", Wiley, 2012

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže kroz predispitne aktivnosti (parcijale) i završni ispit. Parcijalni ispiti podrazumjevaju seminarske radove, koji obuhvataju rješavanje problema koristeći principe rađene na predavanjima i vježbama. Završni ispit je pismeni i obuhvata kompletno ispredavano gradivo.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR301**

**Digitalni sistemi upravljanja i obrade signala I**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** AR102, AR201

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je upoznavanje studenata sa savremenim diskretnim (digitalnim) sistemima i metodama za upravljanje i regulaciju dinamičkih sistema. Upoznavanje studenata sa diskretnim sistemima, i metodama diskretizacije, realizacije i simulacije diskretnih sistema. Analiza stabilnosti i kanonične forme zapisa sistema. Digitalni filteri. Zapisi i analiza sistema u diskretnom prostoru stanja, regulator u prostoru stanja.

**Sadržaj:**

Fourierova analiza i uzorkovani signali. Z-transformacija i inverzna Z-transformacija. Diskretna i brza Fourierova transformacija. Jednačine stanja i prenosna funkcija diskretnog sistema upravljanja. Odnos između odziva i svojstvenih vektora. Diskretna fundamentalna matrica i matrica prelaza stanja. Ravnotežna stanja diskretnog sistema. Odziv nehomogenog diskretnog sistema. Simulacija i realizacija diskretnih sistema. Frekvencijski odziv sistema, diskretni ekvivalenti kontinualnih prenosnih funkcija. Metode transformacija (bilinearna i metoda stepeničaste invarianse). Kanonični oblici. Analiza opservabilnosti, upravljivosti i stabilnosti. Diskretni regulatori (PID, opšti linearni, pole placement, dead beat...) Regulator i observator stanja. Ponašanje sistema između tački uzorkovanja. Vođenje sistema sa vremenskim kašnjenjem.

**Literatura:**

D.Matko, "Diskretni regulacijski sistemi", Založba FER, Ljubljana 1991

K.Ogata: "Discrete time control", Prentice-Hall, 1990

K.Astrom, B. Wittenmark: "Computer Controlled Systems", Prentice-Hall, 1997

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na laboratorijskim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR302**

**Upravljanje mehatroničkim sistemima**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** AR201, AR203, AR104

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj kursa je predstavljanje principa projektovanja upravljanja mehatroničkim sistemima.

**Sadržaj:**

Uvod u mehatroniku. Multidisciplinarni holistički pristup dizajnu sistema, od makro sistema do njegovih komponenti. Principi, modeliranje, povezivanje i kondicioniranje signala senzora (linearna i ugaona pozicija, brzina, ubrzanje, sile, momenti) i aktuatora (hidraulički, pneumatski, električni) mehaničkog kretanja. Modeliranje, analiza i identifikacija dinamičkih sistema. Dizajn klasičnih i naprednih kontrolera

mehatroničkih sistema. Hardware-in- the loop simulacija i rapidno prototipiranje računarskog upravljanja sa zatvorenom povratnom spregom mehatroničkih sistema.

Dizajn i implementacija sistema upravljanja korištenjem tehnologije savremenih PLC-a. Ovo zahtjeva izbor i konfigurisanje PLC-a, I-O modula lokalnih i-ili distribuiranih (profibus, profinet), elektromotornih pogona (VFD), HMI stanica te razvoj softvera.

Dizajn i implementacija custom računarskog upravljačkog sistema. Izbor mikroprocesora, real-time operativnog sistema, komunikacionog protokola, programskog jezika i lanca razvojnih alata. Razvoj upravljačkog softvera.

#### Literatura:

1. R. Bishop, Mechatronics – An Introduction, CRC Press, 2006
2. C. de Silva, Mechatronics – A foundation course, CRC Press, 2010
3. Hans Berger, Automating with Simatic, Publicis Publishing, 2016
4. N. Prljača, M. Glavić, Programiranje u C programskom jeziku, Univerzitet u Tuzli, 1999
5. N. Prljača, Z. Šehić, Automatsko upravljanje, analiza i dizajn, Tuzla, 2008

#### Metode provjere znanja:

Ispit se polaže kroz predispitne aktivnosti i završni ispit. Predispitne aktivnosti uključuju pismene parcijalne ispite i-ili izradu projektnog zadatka (seminarskog rada), koji obuhvataju rješavanje problema koristeći pristupe i principe radene na predavanjima i vježbama. Završni ispit je pismeni i obuhvata kompletno ispredavano gradivo.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR303**

**Optimalno upravljanje**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** AR201, AR204

**Semestar:** zimski

#### Ciljevi:

Osnovni cilj kursa je predstavljanje teorije, principa i tehnika optimalnog upravljanja sistemima, kao i softverskih paketa za rješavanje navedene problematike.

#### Sadržaj:

Optimizacija i upravljanje. Formulacija problema optimalnog upravljanja. Optimizacija upravljanja u otvorenoj sprezi, optimizacija kontrolera i integrirana optimizacija i upravljanje. Matematičko programiranje. Problem optimizacije bez ograničenja, iterativni gradijentni metodi (Newton tipa). Problem optimizacije sa ograničenjima. Uslovi optimalnosti, Lagrange-ovi multiplikatori i teorema Khun-Tucker-a. Iterativni algoritmi optimizacije, linearno programiranje (LP), kvadratno programiranje (QP), i sekvencijalno kvadratno programiranje (SQP). Stohastičke metode optimizacije. Optimalno upravljanje i problem minimizacije funkcionala, varijacioni račun i Euler-Lagrangeova jednačina. Pontryagin-ov princip minimuma. Dinamičko programiranje i princip optimalnosti, Hamilton-Jacobi-Bellman jednačina. Optimalni linearni kvadratni regulator (LQR) i Riccati-jeva jednačina. Numeričke metode nalaženja optimalnog upravljanja u otvorenoj sprezi. Formulisanje i rješavanje problema optimalnih kontrolera u zatvorenoj sprezi, parametarska optimizacija fiksnih kontrolera. Formulisanje i rješavanje problema integrisanog upravljanja i optimizacije u zatvorenoj povratnoj sprezi, model prediktivno upravljanje (MPC).

#### Literatura:

1. N. Prljača, Z. Šehić, Automatsko Upravljanje – Analiza i Dizajn, Mikroštampa, Tuzla, 2008
2. S. R. Fletcher, Practical Methods of Optimization, John Wiley and Sons, 2001
3. R. D. Kirk, Optimal Control Theory, Dover Publications, Inc., 1998
4. M. Glavić, N. Prljača, Teorija optimalnog upravljanja i elektroenergetski sistem, Univerzitet u Tuzli, 1999

### Metode provjere znanja:

Ispit se polaže kroz predispitne aktivnosti i završni ispit. Predispitne aktivnosti uključuju pismene parcijalne ispite i-ili izradu projektnog zadatka (seminarskog rada), koji obuhvataju rješavanje problema koristeći pristupe i principe rađene na predavanjima i vježbama. Završni ispit je pismeni i obuhvata kompletno ispredavano gradivo.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR304**

**Projektovanje sistema na čipu**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Ciljevi kursa su da upozna studente sa rekonfigurabilnim sistemima posebne namjene, kao i sa alatima relevantnim za njihov dizajn. Na kraju semestra/kursa studenti će biti osposobljeni da projektuju FPGA i SoC sisteme korištenjem savremenih softverskih alata.

**Sadržaj:**

Razvojni trend ugradbenih sistema (mikrokontroleri, DSP, ASIC, FPGA, SoC). Rekonfigurabilni hardver (CPLD, FPGA). Opšta arhitektura FPGA. Logički blokovi. Logičke ćelije. Ugrađeni množači i memorija. Menadžeri clock-a. Konfigurabilni ulazi/izlazi. Komunikacija. Dizajn sistema na čipu (SoC). Softver-Hardver kodizajn. Hard- i Soft- procesori u SoC sistemima. Arhitekture selektiranih FPGA i SoC familija. Programiranje rekonfigurabilnog hardvera korištenjem hardverskih deskripcionih jezika (Verilog, VHDL). Primjeri upravljanja sistemima (industrijske, robotske aplikacije). Savremeni softverski dizajn ugradbenih real-time sistema. Usporedba algoritamskog dizajna na CPU, GPU, FPGA sistemima.

**Literatura:**

1. Ian Grout: Digital Systems Design with FPGAs and CPLDs, 2008.
2. J. Nurmi: Processor Design, System-on-Chip Computing for ASICs and FPGAs, 2007.
3. Kishore K Mishra: Advanced Chip Design, Practical Examples in Verilog, 2013.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže kroz predispitne aktivnosti i završni ispit. Predispitne aktivnosti uključuju zadaće, pismene parcijalne ispite i-ili seminarske radove, koji obuhvataju rješavanje problema koristeći pristupe i principe rađene na predavanjima i vježbama. Završni ispit je pismeni i obuhvata kompletno ispredavano gradivo.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR305**

**Distribuirani sistemi automatizacije**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je predstavljanje savremenih distribuiranih računarskih sistema automatizacije i principa njihovog projektovanja, kao i postizanje fundamentalnog razumijevanja značaja integracije autonomnih računarskih upravljačkih sistema.

## Sadržaj:

Hijerarhijski koncept automatizacije proizvodnih i procesnih sistema. Koncept distribuiranih računarskih upravljačkih sistema, horizontalna i vertikalna integracija upravljačkih sistema. Otvoreni komunikacioni protokoli. ISO/OSI sedmoslojni referentni komunikacioni model, Internet komunikacioni model. UDP/TCP/IP stek protokola. Socket API. Standardni aplikacioni protokoli (HTTP, SMTP, FTP). Predstavljanje industrijskih žičanih i bežičnih mreža i protokola (Ethernet, Profibus, Profinet, CAN, LIN, LonWorks, WiFi, ZigBee). Izbor mreža za specifične aplikacije (nivo polja, nivo ćelije, nivo fabrike), standardi i kriterijumi izbora. Predstavljanje arhitektura savremenih distribuiranih sistema automatizacije. PLC (programabilni logički kontroleri) bazirani distribuirani računarski upravljački sistemi, hardverski moduli, sistemski softver i aplikativni softver. IEC 61131 i IEC 61449 standardi. Formalni metodi razvoja logičko sekvencijalnih upravljačkih aplikacija, konačni automati. Razvoj kontinualnih upravljačkih aplikacija, regulatori. SCADA/HMI sistemi. Ostali ugradbeni računarski sistemi sa mrežnim i distribuiranim mogućnostima, operativni sistemi, protokoli, programski jezici i razvoj upravljačkog softvera. Koncepti IoT (Internet of Things), IIoT (Industrial Internet of Things), CPS (Cyber Physical Systems) i Industry 4.0.

## Literatura:

Douglas E. Comer, "Computer Networks and Internets", Pearson, 2009

N. P. Mahalik, "Fieldbus Technology-Industrial Network Standards for Real-Time Distributed Control", Springer, 2010

Hans Berger, "Automating with SIMATIC", Publicis Publishing, 2013

Adrian McEwen, "Hakim Cassimally, Designing the Internet of Things", Wiley, 2014

## Metode provjere znanja:

Ispit se polaže kroz predispitne aktivnosti (parcijale) i završni ispit. Parcijalni ispiti podrazumjevaju seminarske radove, koji obuhvataju rješavanje problema koristeći principe rađene na predavanjima i vježbama. Završni ispit je pismeni i obuhvata kompletno ispredavano gradivo.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**AR401**

**Digitalni sistemi upravljanja i obrade signala II**

**Uža naučna oblast predmeta:** Automatika i robotika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** AR301

**Semestar:** ljetni

## Ciljevi:

Cilj predmeta je upoznavanje studenata sa signalnom analizom i savremenim metodama za signalnu analizu. Upoznavanje studenata sa vrstama signala, signalnom analizom u vremenskoj i frekventnoj domeni. Spektralna analiza. Upoznavanje sa osnovama uzorkovanja, modulacije i diskretizacije. Upoznavanje studenata sa osnovama filtriranja, te njihovim realizacijama. Analognim i digitalnim (IIR i FIR).

## Sadržaj:

Vrste signala. Zapis signala s temeljnim funkcijama. Signalni vektorski prostor. Frekventne i vremenske transformacije determinističnih periodičnih i neperiodičnih signala. Slučajne funkcije i njihov zapis. Vremensko i uzorkovano usrednjavanje. Ergodizam. Spektralno predstavljanje signala. Upotreba diskretne korelacije i konvolucije. Modulacija. Uzorkovanje. Diskretna Fourierjeva transformacija. Transformacija Z. Digitalni filteri:

Osnove filtriranja. Vrste filtera: analogni, digitalni i SC filteri. Idealni električni filter. Niskopasovni, visokopasovni, pasovno nepropusni, pasovno propustni i ostali. Impulzni odziv idealnoga filtera. Aproksimacija idealne niskopasovne frekventne karakteristike obzirom na podane parametre. Butterworthova, Čebiševa, eliptična i Bessel-Thomsonova aproksimacija. Frekventna preslikavanja. Analiza

osjetljivosti. Realizacija aktivnih filtera. Kaskadna veza članova prvoga i drugoga reda. Modeliranje s diferencnim jednačbama. Rekurzivni i nerekurzivni sistemi. Sistemi s konačnim (FIR) i beskonačnim impulznim odzivom (IIR). Konvolucija. Sinusno stacionarno stanje.

**Literatura:**

K.Ogata: "Discrete time control", Prentice-Hall, 1990

K.Astrom, B. Wittenmark: "Computer Controlled Systems", Prentice-Hall, 1997

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na laboratorijskim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od teoretskih pitanja

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**BMI201**

**Klinički inženjering**

**Uža naučna oblast predmeta:** Biomedicinski inženjering

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 60

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE001, RI101

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je upoznati studente sa osnovama upravljanja, održavanja i procjenom medicinske tehnologije i njene prikladne integracije sa željenom kliničkom praksom. U okviru ovog predmeta, studenti će učiti o odgovornostima sa kojima se susreću klinički inženjeri, standardima i regulatornim agencijama od interesa.

**Sadržaj:**

Uvod u klinički inženjering. Zdravstveni sistemi: organizacija, ekonomija, kodovi i standardi. Upravljanje kliničkim informacionim sistemom: tok i obrada informacija. Inženjering u kliničkom okruženju. Oprema i softver u kliničkom okruženju: razvoj i dizajn, akvizicija, upravljanje i održavanje. Zakonski i etički aspekti.

**Literatura:**

J.G. Webster, A.M. Cook: "Clinical Engineering", Prentice Hall, 1979.

J. Dyro: "The clinical engineering handbook", Academic Press, 2004.

Y. David, W.W. von Maltzahn, M.R. Neuman, J.D. Bronzino: "The clinical engineering (Principles and Applications in Engineering)", CRC Press, 2003.

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena se formira na osnovu kontinualnih provjera znanja, koje se izvode u toku semestra u obliku kolokvija, i završnog ispita, koji uključuje pitanja koja se odnose na sadržaj predmeta, fokusirajući se na teme koja nisu obuhvaćena kolokvijem.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**BMI202**

**Principi biomedicinskog inženjeringa**

**Uža naučna oblast predmeta:** Biomedicinski inženjering

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 60

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE001, RI101

**Semestar:** ljetni



**Ciljevi:**

Cilj kursa je predstavljanje multidisciplinarnog pristupa u primjeni inženjerskih principa i dizajnerskih koncepata u medicini i biologiji koji vode poboljšanjima zdravstvene njege stanovništva. Spajanjem znanja u rješavanju problema iz više inženjerskih disciplina, bioinženjeri dizajniraju medicinske instrumente, uređaje, i računarske alate. Studenti će biti upoznati sa strukturom ljudskog tijela, fiziologijom, biološkim signalima, te modalitetima medicinske slike.

**Sadržaj:**

Biomedicinsko inženjerstvo, razvoj i pregled područja. Biotransport. Bioelektrični fenomeni. Biofluidi. Biomehanika. Biomaterijali. Biomedicinska slika. Obrada biosignala. Tehnologije medicinske slike, Fiziološko modeliranje, Software u biomedicinskom inženjerstvu. Etički i pravni aspekti u biomedicini.

**Literatura:**

S.V. Madhally, Principles of Biomedical Engineering, Artech House; 2nd edition London, 2019.

J. Enderle et al., Introduction to Biomedical Engineering, Third Edition, Elsevier Academic Press, 2011.

H. P. Irving, Physics of the Human Body, Springer International Publishing, 2016.

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena se formira na osnovu kontinualnih provjera znanja, koje se izvode u toku semestra u obliku kolokvija, i završnog ispita, koji uključuje pitanja koja se odnose na sadržaj predmeta, fokusirajući se na teme koja nisu obuhvaćena kolokvijem.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**BMI203**

**Obrada i analiza medicinskih slika**

**Uža naučna oblast predmeta:** Biomedicinski inženjering

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 60

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI101

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je upoznati studente sa različitim modalitetima medicinske slike i prezentirati znanja potrebna za razumijevanje, razvoj i primjenu algoritama i softvera na podatke medicinske slike, kao i izdvajanje korisnih kvantitativnih informacija iz podataka medicinske slike. Studenti bi kroz ovaj predmet trebali steći teoretske i praktične vještine u oblasti obrade i analize medicinske slike, kao i za obradu i analizu slike uopšte.

**Sadržaj:**

Uvod u obradu i analizu medicinske slike. Akvizicija i modaliteti medicinske slike (radiografija, CT, MRI, ultrazvuk, nuklearna medicina, mikroskopija, multimodalni sistemi). Pohrana, arhiviranje i formati medicinske slike. Obrada i poboljšanje medicinskih slika: osnovni algoritmi za obradu slike, operacije na histogramu slike, poboljšanje kontrasta, SNR karakteristike, metode u prostornom i frekvencijskom domenu. Obnavljanje slike. Rekonstrukcija slika iz projekcija. Segmentacija medicinske slike. Registracija medicinske slike. Ekstrakcija osobina i klasifikacija. Metode 2D i 3D vizualizacije medicinske slike: analiza oblika i modelovanje, rendering površine i volumena, animacija i interakcija. Pretraživanje i pohrana medicinske slike. Primjena obrade i analize medicinske slike.

**Literatura:**

G. Dougherty: "Digital image processing for Medical Applications", Cambridge University Press, 2009

J.L.Semmlow: "Biosignal and Medical Image Processing, MATLAB-Based Applications", 2014

P. Suetens: "Fundamentals of Medical Imaging", Cambridge University Press, 2009

J.M. Fitzpatrick, M. Sonka: "Handbook of Medical Imaging, Medical Image Processing and Analysis", SPIE Press, 2009

### Metode provjere znanja:

Konačna ocjena se formira na osnovu kontinualnih provjera znanja, koje se izvode u toku semestra u obliku kolokvija, i završnog ispita, koji uključuje pitanja koja se odnose na sadržaj predmeta, fokusirajući se na teme koja nisu obuhvaćena kolokvijem.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**BMI204**

**Prepoznavanje uzoraka**

**Uža naučna oblast predmeta:** Biomedicinski inženjering

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 60

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI101

**Semestar:** ljetni

#### Ciljevi:

Cilj predmeta je da upozna studente sa osnovama prepoznavanja uzoraka kroz primjere iz različitih područja primjene, sa naglaskom za biomedicinsku primjenu. Studenti će se upoznati sa tehnikama za analiziranje višedimenzionalnih podataka različitih tipova i veličina zajedno sa algoritmima za projekciju, redukciju dimenzionalnosti, klastering i klasifikaciju podataka. U okviru predmeta su predstavljeni različiti pristupi analizi podataka i dizajnu klasifikatora tako da studenti budu u stanju odabrati adekvatan pristup.

#### Sadržaj:

Uvod u prepoznavanje uzoraka. Statistička teorija odlučivanja. Parametarska estimacija. Problem dimenzionalnosti. Selekcija i ekstrakcija osobina. Neparametarske tehnike. Funkcije linearnih diskriminanti. Neuronske mreže. Big data i deep learning. Nenadzirano učenje - clustering. Polu-nadzirano učenje. Reinforcement learning. Sintaktičko prepoznavanje uzoraka.

#### Literatura:

R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: "Pattern Classification", J. Wiley, New York, 2001

K. Fukunaga: "Introduction to Statistical Pattern Recognition", Academic Press, 1990

I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, "Deep learning", The MIT Press, 2016

R.S. Sutton, A.G. Barto, "Reinforcement Learning: An Introduction", 2nd edition, MIT Press, 2018

### Metode provjere znanja:

Konačna ocjena se formira na osnovu kontinualnih provjera znanja, koje se izvode u toku semestra u obliku kolokvija, i završnog ispita, koji uključuje pitanja koja se odnose na sadržaj predmeta, fokusirajući se na teme koja nisu obuhvaćena kolokvijem.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**BMI205**

**Telemedicina**

**Uža naučna oblast predmeta:** Biomedicinski inženjering

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 60

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK101

**Semestar:** zimski

#### Ciljevi:

Cilj kursa jeste uvođenje studente u opis i analizu uloge informacionih i komunikacionih tehnologija u omogućavanju pružanja medicinskih usluga na udaljenosti, uključujući elektronsko zdravstvo, mobilno zdravstvo, daljinsko praćenje pacijenta kao i podršku pacijentu za brigu o samom sebi. Sve ove komponente će se analizirati s obzirom na tehnološku, kliničku, sociološku i političku perspektivu.

**Sadržaj:**

Uvod u telemedicinu i telezdravstvo. Komunikacijski sistemi u zdravstvu (prijenos i obrada medicinskih i zdravstvenih podataka i informacija). Prijenos biomedicinskih signala u telemedicini (predajnici, prijenosni lanac, višekanalni prijenos). Telemedicinski uređaji: glavni tehnički aspekti. Privatnost i sigurnost podataka. Organizacija, prikupljanje, rukovanje i upotreba medicinskih podataka u telemedicini. Pouzdanost zdravstvenih informacionih sistema (hardver, softver), električna sigurnost medicinskih uređaja i opreme Uvod u mHealth. Koncepti mobilnog računarstva, arhitektura mobilnih platformi, web usluge i sigurnosni problemi. Praktični primjeri / studije slučaja. Budući trendovi u telemedicini.

**Literatura:**

A.C. Norris, Essentials of Telemedicine and Telecare, John Wiley & Sons, 2002  
Tietze, Mari, and Georgia Brown. "Telehealth and mobile health." S. McBride & M (2015).  
Telemedicine Technologies: Information Technologies in Medicine and Telehealth, John Wiley & Sons Ltd 2011  
Xiao, Yang, and Hui Chen. Mobile telemedicine: a computing and networking perspective. Auerbach Publications, 2008.

**Metode provjere znanja:**

Predisipne obaveze: Test na sredini semestra 50%  
Završni ispit - projekat: 50%

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS001**

**Uvod u energetske sisteme**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+0

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 60

**Broj ECTS kredita:** 5 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je da upozna studente sa globalnim razmjerama energetike, ciljevima energetske strategije, te činjenicom da su energetske resursi ograničeni, u najvećem dijelu neobnovljivi i neravnomjerno raspoređeni. Studenti će se upoznati sa osnovnim karakteristikama obnovljivih i neobnovljivih energetske resursa, njihovih osnovnih karakteristika, ograničenja, rezervi, i načina primjene.

**Sadržaj:**

Problem opskrbe energijom i klasifikacija oblika energije. Primarni oblici energije i klasifikacije. Temperatura, toplota, termička svojstva materije, termodinamički zakoni i primjena na energetske transformacije. Ugljen, postanak, rezerve, proizvodnja, potrošnja. Sirova nafta i zemni plin, postanak, nalazišta, rezerve, eksploatacija, potrošnja. Uljni škriljevci i bitumenizirani pijesak. Prirodna i umjetna nuklearna goriva, nalazišta urana i torija, rezerve. Transformacije primarnih oblika energije u pogodnije oblike energije. Energija vodene mase. Energija vjetra, svojstva, i pretvorbeni sistemi. Energija plime i oseke. Energija Sunca i upotreba solarne energije. Geotermalna energija i primjena.

**Literatura:**

Hrvoje Požar: "Osnove energetike 1,2," Školska knjiga Zagreb, 1992.  
B. Udovičić: "Elektroenergetika", Školska knjiga Zagreb, 1983.  
Young, Hugh D: University physics: with modern physics-13th ed., Addison-Wesley, 2012.  
Bilješke i slajdovi s predavanja

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno (usmeno). Testovi (2) su pismeni ispit koji su kombinacija računskih primjera i kraćih teoretskih pitanja, a polažu se u toku izvođenja nastave. Završni ispit je pismeni ispit koji sadrži opširnija teoretska pitanja i zadatke.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS002**

**Teorija električnih kola**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je da upozna studente sa tehnikama i metodama rješavanja i analize linearnih vremenski nepromjenljivih (LVN) električnih kola u vremenskom i frekventnom domenu. U predmetu se detaljno izvode osobine LVN kola u vremenskom i frekventnom domenu. U frekventnom domenu se posebno obrađuju teorija četveropola i električnih filtera.

**Sadržaj:**

Modelovanje statičkih i dinamičkih elemenata električnih kola. Rješavanje tranzijentnog odziva kola prvog i drugog reda u vremenskom domenu. Analiza osobina linearnih vremenski nepromjenljivih (LVN) kola u vremenskom domenu. Konvolucioni integral. Rješavanje tranzijentnog odziva LVN kola u kompleksnom s-domenu. Analiza osobina LVN kola u s-domenu. Oscilatorna kola i rezonancije. Primjena Furijeovog reda u rješavanju stacionarnog odziva LVN kola sa složenoperiodičnim pobudama. Osnovna teorija četveropola. Osnove pasivnih električnih filtera.

**Literatura:**

M. Kušljugić, M. Hajro: "Elementi i metode u analizi električnih kola", Univerzitet u Tuzli, 2005.

M. Kušljugić, M. Hajro: "Analiza električnih kola u vremenskom domenu", Univerzitet u Tuzli 2005.

D.E. Scott: "An Introduction to Circuit Analysis – A System Approach", McGraw-Hill 1987.

T.H. Glisson: "Introduction to Circuits Analysis and Design", Springer 2011.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije položenog pismenog ispita.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS003**

**Mjerenja u elektrotehnici**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE002

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je da upozna studente sa: osnovnim aspektima mjerenja u elektrotehnici, analognim i digitalnim instrumentima, metodama za električna mjerenja električnih veličina, kao i principima mjerenja u pametnim elektroenergetskim mrežama.

**Sadržaj:**

1. Uvod u metrologiju, SI sistem jedinica, tehničke karakteristike mjerne opreme.
2. Greške mjerenja.
3. Mjerni otpornici, kondenzatori i svici.
4. Izvori napona.
5. Analogni mjerni instrumenti: sastav, princip rada, karakteristike.

6. Digitalni mjerni instrumenti: sastav, princip rada, karakteristike.
7. Mjerni transformatori.
8. Osnovne metode mjerenja električnih veličina (napona, struje, snage, otpora, induktiviteta, kapaciteta).
9. Mjerenja u pametnim elektroenergetskim mrežama.

**Literatura:**

1. T. Konjić: Bilješke i slajdovi s predavanja
2. T. Konjić, I. Turković, A. Mujezinović: Mjerenja u elektrotehnici - teorija, laboratorijske vježbe i zadaci, d.o.o. Repro-Karić, Tuzla, 2016.
3. A. Muharemović: Električna mjerenja, ETF Sarajevo 2005.
4. V. Bego: Mjerenja u elektrotehnici, Tehnička knjiga, Zagreb, 1975.
5. A. Muharemović, I. Turković: Električna mjerenja, Elpi inženjering, 1997.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Testovi (2) su pismeni ispit koji su kombinacija računskih primjera i kratkih teoretskih pitanja, a polažu se u toku izvodjenja nastave. Završni ispit je pismeno-usmeni ispit koji sadrži samo teoretska pitanja. Na popravnim završnim ispitima studenti mogu popravljati testove i polagati završni ispit.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS004**

**Matrične metode u elektrotehnici**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Osnovni cilj kursa je dati bazna znanja i vještine iz primijenjenih matričnih metoda u elektrotehnici. Potrebno je predstaviti aplikativne mogućnosti različitih metoda matrične algebre u statičkim i dinamičkim sistemima elektrotehnike.

**Sadržaj:**

Matrično predstavljanje statičkih i dinamičkih sistema: Primjena na električne i elektromehaničke sisteme. Matrična algebra u elektrotehnici: homogeni i nehomogeni sistemi, rang matrice, faktorizacije. Primjena dekompozicija u elektrotehnici: ortogonalna i SVD dekompozicija. Metoda najmanjih kvadrata: primijenjeni problemi u elektrotehnici. Svojstvene vrijednosti, svojstveni vektori i spektar matrice u elektrotehnici. Veza svojstvenih vrijednosti i vremenskih konstanti u sistemu. Primjena Cayley-Hamiltonove teoreme u elektrotehnici. Zapis kontinualnih i diskretnih električnih sistema u prostoru stanja. Veza prenosne funkcije i zapisa sistema u prostoru stanja. Matrica prelaza stanja, rješenje jednačine prostora stanja. Primjena splineova u računarskom crtanju.

**Literatura:**

- S. D. Meyer: "Matrix Analysis and Applied Linear Algebra, SIAM, New York, 2000.  
 S. Turk, L. Budin: "Analiza i projektiranje računalom", Školska knjiga, Zagreb, 1989.  
 B. Stefanini, S. Babić, M. Urbiba-Feuerbach: "Matrične metode u analizi električnih mreža", Školska knjiga, Zagreb, 1975.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije seminarskog rada i teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS101**

**Programski alati u elektroenergetici**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS001

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je da upozna studente sa osobinama i strukturom najčešće korištenim softwareskim alatima u rješavanju problema u elektroenergetici. Kroz primjere primjene upoznati se sa praktičnim korištenjem raspoloživih alata.

**Sadržaj:**

Programski alati, software i razvojna okruženja alata u elektrotehnici. Vrste i mogućnosti, podjela prema različitim kriterijima. Komercijalni i nekomercijalni alati. Otvoreni alati. Alati opšte namjene, specijalizovani alati. Uobičajena struktura organizacije softwareskih alata u elektroenergetici. Različiti primjeri struktura. Alati za dizajniranje i analizu elektroenergetskih mreža. Osnovne osobine raspoloživih alata. Elementi razvojnog okruženja. Mogućnosti i vrste vizualizacije podataka i rezultata pojedinih alata. Tehnički i ekonomski problemi koji se najčešće rješavaju primjenom alata u elektroenergetici. Relevantni standardi i njihova implementacija. Trening simulatori. Kratak uvod u matematičku pozadinu pojedinih modula. Priprema podataka. Biblioteke podataka. Datoteke i najčešće korišteni formati datoteka. Konverzija podataka. Usporedba i vrednovanje softwareskih alata, odlučivanje o nabavci i primjeni. Praktični primjeri korištenja i primjene.

**Literatura:**

F.Milano, "Power System Modelling and Scripting", Springer-Verlag London, 2010.

E.P. Leite, "Matlab - Modelling, Programming and Simulations", Sciyo, 2010.

Wessex Institute of Technology, "Software for Electrical Engineering Analysis and Design", WIT Press, 2001.

A.Kumar, I.U.Maheswari, "Software Tools for the Simulation of Electrical Systems", Elsevier, 2020.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i praktičnih primjera rađenih na predavanjima, auditornim i laboratorijskim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije seminarskog rada i teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS102**

**Elektroenergetske prenosne i distributivne mreže**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE002

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je dati studentima neophodna znanja o strukturi i osnovnim karakteristikama prenosnih i distributivnih mreža, te predstaviti osnovne principe proračuna u istim.

**Sadržaj:**

1. Elektroenergetski sistem: struktura i komponente
2. Osnovni principi predstavljanja električnih veličina u jednofaznim i trofaznim električnim kolima

3. Sistem simetričnih komponenti. Veza između simetričnih komponenti i originalnih električnih veličina.
4. Prenosna mreža: nadzemni vodovi i kablovi; parametri voda; model voda, model generatora i model transformatora.
6. Električna kola sa dva pola. Analiza električnih kola s raspodijeljenim parametrima.
7. Sistem jediničnih vrijednosti
8. Distributivna mreža: struktura, karakteristike, osnovni proračuni, model potrošača.

#### Literatura:

- T. Konjić, Bilješke i slajdovi s predavanja  
 M.Ožegović, K.Ožegović, Elektroenergetske Mreže, I,II I III Dio, Split, 1982.  
 S. Milojković, Teorija električnih kola, Svijetlost, Sarajevo, 1985.  
 H. Sadat, Power System Analysis, MC Graw-Hill, 1999.  
 M. Hajro, S. Bišanović, Industrijski i distributivni elektroenergetski sistemi, Sarajevo, 2012.  
 R.C.Dugan, etc. Electrical Power Systems Quality, McGraw-Hill, 2002

#### Metode provjere znanja:

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Testovi (2) su pismeni ispit koji su kombinacija računskih primjera i kratkih teoretskih pitanja, a polažu se u toku izvođenja nastave. Završni ispit je pismeno-usmeni ispit koji sadrži samo teoretska pitanja. Na popravnim završnim ispitima studenti mogu popravljati testove i polagati završni ispit.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS104**

**Modeliranje i simulacija**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** FIZ1

**Semestar:** zimski

#### Ciljevi:

Osnovni cilj kursa je dati bazna znanja i vještine iz postupka, tehnika i softverskih alata za modeliranje različitih vrsta kontinualnih dinamičkih sistema kao i njihovu simulaciju pomoću odgovarajućih numeričkih metoda odnosno računarski baziranih simulacionih paketa.

#### Sadržaj:

Osnovne definicije modeliranja i simulacije. Modeliranje dinamičkih sistema. Krutost dinamičkog sistema. Opis sistema algebarsko-diferencijalnim jednačinama. Metode rješavanja algebarskih jednačina. Tehnike rješavanja jednačine prostora stanja. Primijenjeni numerički metodi: Eulerovi metodi, Heuneov metod, trapezni metod, Runge-Kutta metodi, Uvod u višekoračne metode, BDF i NDF metodi. Modeliranje i simulacija stohastičkih sistema. Programski paketi za simulaciju dinamičkih sistema.

#### Literatura:

- A. Tokić: "Modelovanje i simulacija kontinualnih sistema", PrintCom, Tuzla, 2010.  
 F. E. Cellier: "Continuous System Simulation", Springer-Verlag, New York, 2006.  
 F. L. Severance: "System Modeling and Simulation", John Wiley & Sons, New York, 2001.

#### Metode provjere znanja:

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije seminarskog rada i teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS105**

**Modeliranje sistema**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS004

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Osnovni cilj kursa je dati bazna znanja i vještine iz metoda, tehnika i softverskih alata za modeliranje različitih vrsta kontinualnih dinamičkih sistema kao i upoznavanje za odgovarajućim analogijama različitih vrsta dinamičkih sistema.

**Sadržaj:**

Pojmovi i definicije modeliranja i simulacije. Prednosti modeliranja i simulacije. Različiti pristupi u modeliranju sistema. Modeliranje linearnih sistema. Modeliranje električnih sistema. Metod generisanja matrica prostora stanja. Modeliranje mehaničkih translatorskih sistema. Modeliranje mehaničkih rotacionih sistema. Modeliranje fluidnih sistema. Modeliranje termalnih sistema. Analogije modela/sistema. Univerzalan pristup modeliranju različitih vrsta dinamičkih sistema. Generalan pristup generisanja matrica u formi prostora stanja. Topološki problemi i algebarske petlje. Vremenske konstante. Modeliranje nelinearnih sistema. Linearizacija modela. Uvod u programske pakete za modeliranje i simulaciju.

**Literatura:**

A. Tokić: "Modelovanje i simulacija kontinualnih sistema", PrintCom, Tuzla, 2010.

F. E. Cellier: "Continuous System Modeling", Springer-Verlag, New York, 1991.

F. E. Cellier: "Continuous System Simulation", Springer-Verlag, New York, 2006.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije seminarskog rada i teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS107**

**Tehnika visokih napona**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS002

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Osnovni cilj kursa je dati bazna znanja i vještine iz metoda, tehnika i softverskih alata visokonaponskog inženjerstva; dati osnovna znanja koja se odnose na specifične fenomene koji se javljaju na visokim naponima, sa posebnim naglaskom na njihov inženjerski aspekt. Različite vrste električkih napreznja kao i koordinacija izolacije te ponašanje različitih izolacionih sistema kod djelovanja tih napreznja, predstavljaju bazni dio kursa.

**Sadržaj:**

Prenaponi u mrežama, podjela IEC 71-1. Prenaponi atmosferskog porijekla. Mehanizmi nastanka i razvoja groma. Statistički parametri atmosferskog pražnjenja. Opšte jednačine prostiranja u prelaznom režimu. Metoda putujućih talasa. Metoda ekvivalentnog talasa i Petersenovo pravilo. Bergeronova metoda. Komutacioni prenaponi. Rezonatni i ferorezonantni prenaponi. Zaštita postrojenja i nadzemnih vodova od



direktnog udara groma i atmosferskih prenapona. SiC i ZnO odvodnici prenapona. Koordinacija izolacije izbor zaštitnog nivoa. Uzemljenja zračnih linija. Modeli elemenata EES u proračunima prelaznih pojava. Numerički proračuni elektromagnetnih tranzijenata.

#### Literatura:

- I. Uglešić: "Tehnika visokog napona", Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2002.  
P.Chowdhuri: "Electromagnetic Transients in Power Systems", John Wiley & Sons, 1996.  
L.V.der Sluis: "Transients in Power Systems", John Wiley & Sons, 2001.

#### Metode provjere znanja:

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije seminarskog rada i teoretskih pitanja.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS108**

**Relejna tehnika**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** MAT3, EEMS002, ESKE002

**Semestar:** ljetni

#### Ciljevi:

Osposobiti studente za razvoj, projektiranje i formiranje relejnih šema, podešavanje i održavanje relejne zaštite i upravljačkih strujnih krugova.

#### Sadržaj:

Uloga relejne tehnike u zaštiti elektroenergetskih sistema. Releji. Osnovni zahtjevi za izvedbu relejnih šema. Elektromehanički releji. Statički releji. Mikroprocesorsko bazirani releji (digitalni releji). Fourier transformacija. Wavelet transformacija. Strujni releji. Diferencijalni releji. Releji simetričnih komponenti. Naponski releji. Učinski releji. Distantni releji. Frekventni releji. Usmjereni releji. Vremenski releji. Pomoćni releji. Matematička teorija releja kao komparatora. Proradne karakteristike releja kao 1-ulaznog, 2-ulaznog i višeulaznog komparatora. Aplikacije studija kratkog spoja u formiranju relejnih šema. Nalaženje mjesta kvara. Hardware mikroprocesorski baziranih releja i relejnih šema. Sistem akvizicije podataka. Komunikacijski protokoli IEC 61850. Zaštita generatora. Zaštita transformatora. Zaštita električnih mreža. Zaštita sabirnica. Zaštita elektromotora.

#### Literatura:

- F. Božuta: „Automatski i zaštitni uređaji elektroenergetskih sistema“, Svjetlost, Sarajevo, 1987.  
A.T. Johns, S.K. Salman, Digital Protection for Power Systems, IEE, UK, 1995.  
P.M. Anderson: "Power System Protection, IEEE Press, 1998.  
A.G. Phadke, J.S. Thorp, Computer Relaying for Power Systems, John Wiley & Sons Inc., 2009.  
S.H. Horowitz, A.G. Phadke, J.K. Niemira, Power System Relaying, 4th Edition, Wiley, 2014.  
J.C. Das, Power System Protective Relaying, CRC Press, 2020.

#### Metode provjere znanja:

Intr semestarska provjera znanja odvija se kroz vrednovanje dva periodična testa, te završnog usmenog dijela ispita.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS109**

## **Analiza elektroenergetskog sistema**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS002

**Semestar:** zimski

### **Ciljevi:**

Cilj predmeta je da upozna studente sa matičnim tehnikama i metodama modelovanja, rješavanja i analize stacionarnog stanja i režima kratkih spojeva elektroenergetskog sistema (EES). Posebno se izvode postupci analize fizikalnosti procesa u realnim EES korištenjem rezultata numeričke simulacije.

### **Sadržaj:**

Modelovanje komponenti EES (proizvodnje, prenosnih vodova, transformatora i potrošnje) za analizu stacionarnog stanja. Matični model proračuna stacionarnog stanja (tokova snaga) i metode rješavanja bazirane na korištenju numeričkih postupaka. Gubici u EES. Ekonomski dispečing. Regulacija napona i tokova reaktivnih snaga. Modelovanje komponenti EES za analizu režima kratkih spojeva. Matični metod proračuna režima kratkih spojeva. Analiza studije slučaja: Elaborat priključenja novih proizvodnih kapaciteta u EES.

### **Literatura:**

M. Hajro, M. Kušljugić: "Eksploatacija i upravljanje elektroenergetskim sistemom", Svjetlost Sarajevo 1996.

N. Rajaković: "Analiza elektroenergetskih sistema I", Elektrotehnički fakultet Beograd 2002. i "Analiza elektroenergetskih sistema II", Akademska misao Beograd 2008.

J.J. Grainger, W.D. Stevenson, Jr.: "Power System Analysis", Mc-Graw-Hill 1994.

A.R. Bergen, V. Vittal: "Power System Analysis", Prentice Hall 2000.

P.Kundur: "Power System Stability and Control", McGraw-Hill 1994.

### **Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije položenog pismenog ispita.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS110**

## **Dinamika elektroenergetskog sistema**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS002

**Semestar:** ljetni

### **Ciljevi:**

Cilj predmeta je da upozna studente sa tehnikama i metodama rješavanja i analize dinamičkih režima elektroenergetskog sistema. Posebno se obrađuje uticaj sistema regulacije napona i frekvencije na dinamičke procese. Tematika naponske, ugaone i frekventne stabilnosti i oblast protivhavarijskog upravljanja su detaljno obrađeni.

### **Sadržaj:**

Modelovanje komponenti EES u analizama dinamike i stabilnosti. Sistemi regulacije napona (reaktivne snage) i frekvencije (aktivne snage). Frekventna stabilnost i protivhavarijsko upravljanje. Ugaona (statička,

dinamička i tranzijentna) stabilnost. Numeričko rješavanje modela ugaone stabilnosti. Naponska stabilnost. Analiza studije slučaja: Elaborat priključenja novih proizvodnih kapaciteta u EES.

#### **Literatura:**

- M. Hajro, M. Kušljugić: "Eksploatacija i upravljanje elektroenergetskim sistemom", Svjetlost Sarajevo 1996.
- N. Rajaković: "Analiza elektroenergetskih sistema I", Elektrotehnički fakultet Beograd 2002. i "Analiza elektroenergetskih sistema II", Akademska misao Beograd 2008.
- J.J. Grainger, W.D. Stevenson, Jr.: "Power System Analysis", Mc-Graw-Hill 1994.
- A.R. Bergen, V. Vittal: "Power System Analysis", Prentice Hall 2000.
- P.Kundur: "Power System Stability and Control", McGraw-Hill 1994.

#### **Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije položenog pismenog ispita.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS112**

**Električne instalacije niskog napona**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE002, EEMS001

**Semestar:** ljetni

#### **Ciljevi:**

Cilj ovog kursa je dati osnovna znanja nužna za projektiranje električnih instalacija niskog napona, s posebnim naglaskom na značaj ispitivanja bezbjednosti električnih instalacija, potencijalne opasnosti i adekvatne mjere zaštite. Kurs se oslanja na domaće i međunarodne norme u sektoru zaštite osoba od opasnosti izazvane električnom strujom i na kriterije provođenja mjera sigurnosti u električnim instalacijama.

#### **Sadržaj:**

Podjela električnih instalacija i opšta elektrotehnička regulativa, Distributivne mreže niskog napona, potrošači i priključci, Uzemljenje i zaštitni vodiči, Komponente električnih instalacija, Mjere sigurnosti u električnim instalacijama, Dimenzionisanje i zaštita vodiča, Strujna opteretivost vodiča i metode instalacije, Pad napona, gubitak snage i dimenzionisanje poprečnog presjeka vodiča, Zaštita od kratkog spoja i preopterećenja, Korekcija faktora snage, Gromobranska instalacija, Ispitivanje električnih instalacija, Fizikalne osnove svjetlosti, Izvori svjetlosti i metode proračuna unutrašnjeg osvjetljenja, Osnove projektovanja električnih instalacija.

#### **Literatura:**

- Bilješke i slajdovi s predavanja
- Nedžmija Demirović: "Električne instalacije niskog napona", Printcom Tuzla, 2020
- M. Mišković: "Električne instalacije i osvjetljenje", Infograf Tuzla, 2004.
- V. Srb: "Električne instalacije i niskonaponske mreže", Tenička knjiga Zagreb, 1991.

#### **Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno-usmeno. Testovi (2) su pismeni ispit koji su kombinacija računskih primjera i teoretskih pitanja, a polažu se u toku izvođenja nastave. Završni ispit je pismeno-usmeni ispit koji sadrži opširnija teoretska pitanja i zadatke.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS113**

**Inteligentni sistemi u elektroenergetici**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI001, EEMS101

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je da kod studenata razvije interesovanje i razumjevanje savremenih metoda baziranih na vještačkoj inteligenciji koje predstavljaju osnovu za razvoj inteligentnih sistema, kao i mogućnosti njihove primjene u elektroenergetici.

**Sadržaj:**

1. Uvod u vještačke inteligentne sisteme: komponente i istorijski razvoj.
2. Vještačke neuronske mreže: neuron, perceptron, tipovi neuronskih mreža, procedure obučavanja.
3. Osnove teorije fazi skupova i fazi logike.
4. Fazi sistemi zaključivanja: Mamdani i Takagi-Sugeno.
5. Evolucijski algoritmi: podjela, osnovne karakteristike.
6. Genetski algoritam.
7. Korištenje Matlab-a pri formiranju neuronskih mreža, fazi sistema zaključivanja, te optimizaciji primjenom genetskog algoritma.
8. Primjeri primjene vještačke inteligencije u energetici.

**Literatura:**

T. Konjić, Bilješke i slajdovi s predavanja

T. Konjić, Odlučivanje i optimizacija, Repro Karić, Tuzla, 2010.

T. Ross, Fuzzy Logic with Engineering Applications, John Wiley & Sons, 2004.

MATLAB - Fuzzy Toolbox, Simulink, Neural Network Toolbox.

K. Tomsovic, M.Y. Chow, Tutorial on Fuzzy Logic Application in Power Systems, IEEE-PES Winter Meeting in Singapore, January 2000

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit (3 testa tokom trajanja semestra) je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije seminarskog rada i teoretskih pitanja. Na popravnim završnim ispitima student može popravljati testove i završni ispit.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS114**

**Numeričke metode u elektrotehnici**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** MAT1

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je da upozna studente sa najčešće korištenim numeričkim metodama u rješavanju problema u elektrotehnici. Rješavanjem praktičnih problema manjih dimenzija iz područja elektrotehnike, posebno problema vezanih za električne mreže, u okviru auditornih i laboratorijskih vježbi ovladati primjenom kombinacije različitih metoda.

## Sadržaj:

Računanje sa približnim veličinama. Greške. Rješavanje nelinearnih jednačina, metod proste iteracije. Newtonov metod. Primjeri u elektrotehnici. Rješavanje sistema nelinearnih jednačina. Iterativni metodi. Newton-Raphsonov metod. Primjeri primjene u elektrotehnici: nelinearna električna kola. Polinomi. Određivanje korijena polinoma. Interpolacija: operatori numeričke analize, interpolacioni polinomi. Hermiteov interpolacioni polinom. Aproksimacija: srednjekvadratna aproksimacija. Numeričko diferenciranje. Numeričko integriranje: Newton-Cotesove integracione formule. Rombergov algoritam. Gaussove formule. Višestruki integrali. Primjeri primjene u elektrotehnici. Sistemi linearnih jednačina: direktni i iterativni postupci. LU-dekompozicija. Gaussov i Gauss-Jordanov algoritam. Jacobi i Gauss-Seidelov algoritam, primjena. Određivanje svojstvenih vrijednosti i svojstvenih vektora. Modalna analiza. Primjena u analizi stabilnosti električnih sistema. Numeričko rješavanje običnih diferencijalnih jednačina: Eulerov metod. Metodi tipa Runge-Kutta. Višekoračni postupci. Prediktor-korektor metodi. Stabilnost numeričkih postupaka. Vrste problema u elektrotehnici i njihovo rješavanje. Sistemi diferencijalnih jednačina i primjena u proračunu dinamičkih režima električnih mreža.

## Literatura:

A.Nuhanović, M.Avdić, "Numeričke metode i Fortran 90", Univerzitet u Tuzli, 2006.  
D.Tošić, "Uvod u numeričku analizu", Akademska misao, Beograd, 2004.  
V.Levi, D.Bekut, "Primena računarskih metoda u elektroenergetici", Stylos, Novi Sad, 1997.  
R.Khoury, D.W.Harder, "Numerical Methods and Modelling for Engineering", Springer, 2019.

## Metode provjere znanja:

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i praktičnih primjera rađenih na predavanjima, auditornim i laboratorijskim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije seminarskog rada i teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS201**

**Simulacija sistema**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS105

**Semestar:** ljetni

## Ciljevi:

Osnovni cilj kursa je dati bazna znanja i vještine iz metoda, tehnika i softverskih alata za simulaciju kontinualnih, diskretnih i stohastičkih sistema pomoću odgovarajućih analitičkih odnosno numeričkih postupaka ili računarski baziranih simulacionih paketa.

## Sadržaj:

Uvod u simulaciju sistema. Analitičke tehnike rješavanja jednačine prostora stanja: S – domen, Cayley-Hamiltonova teorema. Kruti i veoma kruti dinamički sistemi. Primijenjeni numerički metodi: Eulerovi metodi, Heuneov metod, trapezni metod, Runge-Kutta metodi, Uvod u višekoračne metode. Modeliranje i simulacija diskretnih sistema. Modelovanje i simulacija stohastičkih sistema: Tehnike generisanja i testiranja slučajnih brojeva. Generisanje slučajnih varijabli. Koncept simulacije diskretnih stohastičkih sistema: redovi čekanja. Analiza ulaznih/izlaznih podataka. Linearna regresija. Populacijski modeli. Programski paketi za simulaciju različitih vrsta dinamičkih sistema.

## Literatura:

A. Tokić: "Modelovanje i simulacija kontinualnih sistema", PrintCom, Tuzla, 2010.  
F. E. Cellier: "Continuous System Simulation", Springer-Verlag, New York, 2006.  
F. Turčinodžić: "Metodologija simulacije: diskretni stohastički sistemi", ETF Sarajevo, 1999.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije seminarskog rada i teoretskih pitanja.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS203**

**Upravljanje elektroenergetskog sistema**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS101, AR103, MAT3

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Osposobiti studente za rad u operacijskim centrima upravljanja elektroenergetskih sistema, upravljačkim centrima elektrana, prijenosa i distribucija. Dati im znanja iz osnovnih i naprednih tehnika upravljanja elektroenergetskih sistema.

**Sadržaj:**

Definisanje stabilnosti elektroenergetskog sistema (EES). Sistemi automatskog upravljanja kao alati za upravljanje EES. Sistemi upravljanja sa povratnom spregom. Modeli turbinske regulacije. Laplace-ova transformacija kao alat za predstavljanje prenosnih funkcija modela upravljanja EES. Geometrijsko mjesto korijena prenosne funkcije sistema upravljanja procesom kao alat za definisanje uslova stabilnosti procesa. Algebarski kriteriji stabilnosti. Bodeovi dijagrami. Prostor stanja i svojstvene vrijednosti matrice stanja. Ugao opterećenja. Inercija obrtnih masa (rotora mašina). Primarna, sekundarna, tercijarna regulacija frekvencije. P-f karakteristike. Krutost EES i statizam agregata i EES. Upravljanje međusobno povezanih EES. Transformatori pomjeraja faze. Regulacija napona i reaktivne snage. Regulacija uzbudnog sistema generatora. PID regulacija. Q-P dijagram generatora (pogonska karta). Proizvodnja i apsorpcija reaktivne snage. Veza između napona, aktivne snage i reaktivne snage. Metodi regulacije napona. Naponska stabilnost. Procjena stanja sistema. DC model tokova snaga. Observabilnost i kontrolabilnost. Metod najmanjih kvadrata i metod minimalne norme. DC estimator stanja.

**Literatura:**

M.E. ElHawary, Power System Control and Operation, John Willey and Sons, 1994.

A. Monticelli, State Estimation in Electric Power Systems, Kluwer Publisher, 2000.

F. Gubina, Delovanje Elektroenergetskih Sistemov, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2004.

S. Sivanagaraju, G. Sreenivasan, Power System Operation and Control, Pearson, 2010.

J.W. Allen, F.W. Bruce, G.B. Sheblé, Power Generation, Operation, and Control, 3rd Edition, Wiley, 2013.

V. Vittal, J.D. McCalley, P.M. Anderson, A. A. Fouad, Power System Control and Stability (IEEE Press Series on Power and Energy Systems Book), 3rd Edition, Kindle Edition, 2020.

**Metode provjere znanja:**

Intrasemestarska provjera znanja odvija se kroz vrednovanje dva periodična testa, te završnog usmenog dijela ispita.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS204**

**Elektroenergetske stanice**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS101, EEMS112

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Osposobiti studente za razvoj, projektiranje, izgradnju i upravljanje elektroenergetskim stanicama.

**Sadržaj:**

Podjela elektroenergetskih stanica. Šeme elektroenergetskih stanica. Standardi. Koordinacija izolacije. Ispitni naponi. IEC i BAS standardi. Proračuni struja kratkog spoja. Metod ekvivalentnog naponskog izvora – metod IEC 60909. Kratak spoj blizu i kratak spoj udaljen od generatora. Tipovi mreža niskog napona. Načini tretiranja neutralne tačke sredjenaponskih mreža. Metode ograničenja struje kratkog spoja. Zaštitne mjere od nedozvoljenog napona dodira i koraka. Šeme spoja primarnih strujnih krugova; Vodna ćelija. Mjerna ćelija. Spojna ćelija. Transformatorska ćelija. Postrojenje sa sklopkama. Distributivne transformatorske stanice. Osnovni elementi elektroenergetskih stanica. Sabirnice. Izolatori. Rastavljači. Zemljospojnici. Sklopke. Osigurači. Prekidači. Dizajn i trend razvoja elektroenergetskih stanica. Plinom izolovane stanice (GIS). Strujni i naponski transformatori. Rasklopna postrojenja do uključivo 35 kV otvorene izvedbe. Izvedbe elektroenergetskih stanica visokog napona. Zaštita od atmosferskih pražnjenja. Uzemljenje za zaštitu od udara groma. Pomoćni strujni krugovi. Upravljanje, signalizacija i blokiranje. Izvor pomoćnog napona u elektroenergetskoj stanici. Proračun potrebnog kapaciteta baterije za rad pomoćnih strujnih krugova. Vrste baterija i trend razvoja. Supervizijska kontrola i sistem akvizicije podataka (SCADA). Komunikacije između stanica. Telemetrijske metode. Faktori pouzdanosti. Starenje uređaja. Strategija, odlučivanje i upravljanje elektroenergetskih stanica kao segmenata elektroenergetskog, energetskog i industrijskog sistema.

**Literatura:**

K. Nakanishi, Switching Phenomena in High Voltage Circuit Breakers, Marcel Dekker, 2000.

M.A. Salam, H. Anis, A. El-Morshedy, R. Radan, High Voltage Engineering, Marcel Dekker, 2005.

D.J. McDonald, Electric Power Substations Engineering, CRC Press, June, 2012.

Siemens, ABB, ... - Elektroenergetske stanice.

**Metode provjere znanja:**

Intrasemestarska provjera znanja odvija se kroz vrednovanje dva periodična testa, te završnog usmenog dijela ispita.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS205**

**Optimizacione metode u elektrotehnici**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS114

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je da upozna studente sa najčešće korištenim numeričkim optimizacionim metodama u rješavanju problema u elektrotehnici. Rješavanjem praktičnih problema manjih dimenzija iz područja

elektrotehnike, posebno problema vezanih za električne mreže, u okviru auditornih i laboratorijskih vježbi ovladati primjenom kombinacije različitih metoda.

#### Sadržaj:

Nelinearno programiranje. Klasična optimizacija i metod Lagrangeovih množitelja. Definicije različitih problema u elektrotehnici. Jednodomenzionalna optimizacija: Fibonaccijeva metoda, Newtonov metod, metodi aproksimacije polinomom. Bezuslovna optimizacija bez i sa izračunavanjem derivacija: Hooke-Jeevesov i Powellov metod, Cauchyev metod, metode promjenljive metrike. Primjena u problemu optimalnih tokova snaga i drugim problemima u elektrotehnici. Konveksno programiranje: Kuhn-Tuckerovi uslovi optimalnosti, stabilnost linearnih i konveksnih programa, gradijentni metod, metode dopustivih smjerova. Primjena. Nekonveksno programiranje: metode unutrašnjih i spoljašnjih kaznenih funkcija, interior-point metod, metode proširenih Lagrangeovih funkcija. Uvod u kvadratno, razlomljeno, separabilno, geometrijsko, ciljno i višeciljno programiranje. Cjelobrojno linearno programiranje: metode grananja i ograđivanja, metod implicitne enumeracije, Monte Carlo metod. Primjena u problemu unit-commitmenta i ostalim kombinatornim problemima. Uvod u stohastičko programiranje: metodi globalne optimizacije. Primjene.

#### Literatura:

J.Petrić, S.Zlobec, "Nelinearno programiranje", Naučna knjiga, Beograd, 1983.

M.S.Bazaraa, H.D.Sherali, C. M. Shetty, "Nonlinear Programming: Theory and Algorithms", John Wiley, 1993.

V.Levi, D.Bekut, "Primena računarskih metoda u elektroenergetici", Stylos, Novi Sad, 1997.

M.P.Hajiabbas, B.M.Ivatloo, "Optimization Of Power System Problems: Methods, Algorithms And MATLAB Codes", Springer, 2020.

#### Metode provjere znanja:

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i praktičnih primjera rađenih na predavanjima, auditornim i laboratorijskim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije seminarskog rada i teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS206**

**Pametne energetske mreže**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS113

**Semestar:** ljetni

#### Ciljevi:

Osposobiti studente za projektiranje, izgradnju i upravljanje pametnim energetske mrežama.

#### Sadržaj:

Zašto pametne energetske mreže (PEM). Pregled tehnologija potrebnih za PEM. Sistemi za razmjenu podataka (komunikaciju). Prekidačke tehnologije. Žičane i bežične komunikacije. ISO/OSI model. Komunikacijske tehnologije za PEM. IEEE 802 serije. Sigurnost komunikacija u PEM. Enkripcija i dekripcija. Standardi sigurnosti informatičko-komunikacijskih sistema u PEM. IEEE 1686: standard za inteligentne elektroničke uređaje i njihovi kapaciteti kibernetičke sigurnosti u PEM. Tehnologije senzora, upravljanja i automatizacije u PEM. Integracija mjerenja i strane potražnje za električnom energijom. Napredni sistemi mjerenja. Uređaji za automatizaciju distribucije električne energije. Sistemi upravljanja distribucijom i prenosom. Interoperabilni standardi komunikacije i protokola. Skladištenje energenata u potpori PEM. Energetski konvertori. Energetska elektronika u PEM. Električna transportna infrastruktura. Električna infrastruktura podrške transporta nafte i plina. Virtualne elektrane.



**Literatura:**

- J. Ekanayake, K. Liyanage, J.Wu, A. Yokoyama, N. Jenkins, Smart grid technology and applications, Wiley, 2012.
- N. Hatziargyriou, Microgrids: Architectures and Control, Wiley–IEEE, 2014.
- N.R. Babu, Smart Grid Systems - Modeling and Control, CRC Press, 2017.
- B.M. Buchholz, Z.A. Styczynski, Smart Grids - Fundamentals and Technologies in Electric Power Systems of the future, Springer, 2020.

**Metode provjere znanja:**

Intrasestarska provjera znanja odvija se kroz vrednovanje dva periodična testa, te završnog usmenog dijela ispita.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS301**

**Numerički postupci u projektovanju**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS205

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je da upozna studente sa numeričkim postupcima koji se najčešće koriste prilikom projektovanja elektroenergetskih sistema: numeričke metode za rješavanje algebarskih, diferencijalnih i parcijalnih diferencijalnih jednačina.

**Sadržaj:**

Numeričko rješavanje parcijalnih diferencijalnih jednačina u elektrotehnici. Semidiskretne i diskretne metode. Metoda konačnih razlika, metoda konačnih volumena. Tačnost i stabilnost metoda. Metod konačnih elemenata: aproksimacija konačnim elementima, integralni oblik jednačina i diskretizacija. Primjeri rješavanja elektromagnetnih polja u elementima i sistemima. Modelovanje u CAD-u. Numeričke metode linearnog i nelinearnog programiranja, statističke metode i metode optimizacije u rješavanju različitih problema pri projektovanju elektroenergetskih mreža. Modelovanje komponenti elektroenergetskog sistema i elektroenergetske mreže: matrične metode, linearne transformacije. Numerički postupci u simulaciji stacionarnih i dinamičkih procesa. Primjeri primjene.

**Literatura:**

1. S. Rao, Engineering Optimization, Theory and Practice, 2009.
  2. K.Hameyer, R.Melmans, Numerical Modelling and Design of Electrical Machines and Devices (Advances in Electrical and Electronic Engineering), WIT Press, 1999.
  3. J.Arrillaga, C.P.Arnold, Computer Analysis of Power Systems, University of Canterbury, New Zealand, 1990.
- J. D.Glover, T.J.Overbye, M.S.Sarma, "Power System Analysis and Design", Cengage Learning,2017

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije seminarskog rada i teoretskih pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS302**

**Elektrane**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS204, FIZ1

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Osposobiti studente za rad na razvoju, planiranju, projektiranju, gradnji, upravljanju i održavanju elektrana.

**Sadržaj:**

Termodinamički sistemi. Zakoni termodinamike. Zakon idealnog plina. Toplota, unutrašnja energija, volumenski rad, entalpija, tehnički rad. Entropija. Voda i vodena para. Tabele pare i dijagrami stanja pare. Kružni procesi vode: Carnot i Rankine-Clausius, Idealni proces u plinskoj turbini, Idealni proces Otto i Diesel motora. Proces sagorijevanja. Parni kotlovi. Čišćenje plinova sagorijevanja. Voda za napajanje kotla. Izvedbe parnih turbina. Regulacija parnih turbina. Kondenzatori. Rashladni tornjevi. Povećanje stepena korisnosti termoelektrane. Parne turbine za konvencionalne termoelektrane. Parne turbine za nuklearne elektrane. Električna šema termoelektrane. Vlastita potrošnja. Instalirana snaga termoelektrane. Kombinovana proizvodnja električne i toplotne energije (IGCC). Termoelektrane s parnim i plinskim turbinama. Troškovi izgradnje i cijena proizvedene energije iz termoelektrana. Nuklearne elektrane. Hidroelektrane. Vjetroelektrane. Fotonaponske elektrane. Solarne elektrane.

**Literatura:**

S. Halilčević, Upravljanje energijom, Univerzitet u Tuzli, 2000.

T.C. Elliot, Standard Handbook of Power Plant Engineering, Marcel Dekker, 2001.

K.W. Li, A.P. Priddy, Power Plant System Design, IEEE Press, 2002.

S. Halilčević, Energija i Energetika, Univerzitet u Tuzli, 2015.

P. Breeze, Power generation technologies, Elsevier, 2019.

**Metode provjere znanja:**

Intrasekstorska provjera znanja odvija se kroz vrednovanje dva periodična testa, te završnog usmenog dijela ispita.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS303**

**Tržište električne energije**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS205

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Osposobiti studente za rad na tržištu električne energije.

**Sadržaj:**

Proces liberalizacije i re-regulacije. Razvoj tržišta električne energije (TEE). Termini tržišta električne energije. Električna energija kao roba na tržištu. Arhitektura i struktura TEE. Tržište električne energije u drugim državama. Subjekti tržišta električne energije. Regulator. Neovisni operator sistema. Prijenosna kompanija. Operator distributivnog sistema. Trgovci električnom energijom. Kupci električne energije. Berza. Sistemske usluge. Konkurencija na polju električne energije. Efikasnost i ukupni dobitak (društveno

blagostanje). Troškovi proizvodnje. Kratkoročno i dugoročno ravnotežno stanje TEE. Marginalni trošak na TEE. Vrste TEE. Tržište električne energije u realnom vremenu. Primjer izračunavanja cijena MWh. Terminsko TEE. Terminsko berzovno trgovanje. Prijenosna prava. Tržište sistemskih usluga. Potrebe za balansnom energijom. Primjeri obezbjeđenja balansne energije. Aukcije. Ugovori na tržištu električne energije. Modeli TEE: Carnot model, Bertrand model, Stackelberg model, Nash-ov ekvilibrij. Zagušenje prijenosa i lokacijske cijene energije. Model odlučivanja za optimiziranje performansi učesnika tržišta električne energije. Funkcija korisnosti. Testiranje efikasnosti tržišta električne energije. Ispoljavanje tržišne snage. Raspodjela gubitaka snage između učesnika tržišta. Investiranje u elektroenergetski sistem. Funkcija profita. Rizici na TEE.

#### Literatura:

- S. Stoft, Power System Economics - design markets for electricity, IEEE Press, 2002.  
G. Rothwell, T. Gomez, Electricity Economics: Regulation and Deregulation, IEEE Press, 2003.  
S. Halilčević, Tržište električne energije - funkcioniranje tržišta, investicije i rizici, Univerzitet u Tuzli, 2007.  
S. Halilčević, Tržište električne energije - proizvodnja, prijenos i distribucija, Univerzitet u Tuzli, 2009.  
J. Lin, F.H. Magnago, Electricity Markets: Theories and Applications (IEEE Press Series on Power Engineering), 2017.

#### Metode provjere znanja:

Intrasemestarska provjera znanja odvija se kroz vrednovanje dva periodična testa, te završnog usmenog dijela ispita.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**EEMS401**

**Planiranje elektroenergetskih sistema**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektroenergetske mreže i sistemi

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** EEMS102, EEMS109, EEMS302

**Semestar:** ljetni

#### Ciljevi:

Cilj kursa je da studentima omogući znanja vezana za planiranje suvremenih elektroenergetskih sistema. U tom cilju tokom slušanja ovog kursa studenti će se upoznati sa svim bitnim elementima u procesu planiranja i principima planiranja. Prezentirati će se metode i algoritmi dugoročnog i srednjoročnog planiranja potrošnje i metoda aktualizacije kao osnova za planiranje razvoja elektroenergetskih sistema. Studenti treba da ovladaju sa osnovnim znanjima planiranja proizvodnih kapaciteta, prijenosnih i distributivnih mreža.

#### Sadržaj:

Opšti principi planiranja razvoja elektroenergetskih sistema, Potrošači električne energije i karakteristike potrošnje, Prognoza potrošnje električne energije i snage, Planiranje elektroenergetskih sistema i osnove inženjerske ekonomije, Ekonomska ocjena investicija, Izvori električne energije i energetske tehničke karakteristike izvora, Ekonomske karakteristike elemenata prenosne mreže, Rezerve proizvodnih kapaciteta, Planiranje razvoja izvora, Rezerviranje generatorskih kapaciteta, Izbor elektrana i veličine proizvodnih agregata, Planiranje prenosnih vodova, Planiranje postrojenja prenosne mreže, Optimizacija prenosa između dvije tačke, Prenos jednosmjernim naponom, Proračun kratkih spojeva u fazi planiranja.

#### Literatura:

- Milan S. Čalović, Andrija T.Sarić, „Principi i metodologija planiranja elektroenergetskih sistema“, Beopres, Beograd 2000.  
V.A.Levi, “Planiranje razvoja elektroenergetskih sistema pomoću računara”, Stylos, Novi Sad 1998  
I. Škokljev: Planiranje elektroenergetskih sistema, Taurus Publik, Beograd, 2000.  
B. Udovičić: “Elektroenergetika“, Školska knjiga Zagreb, 1983.

## Metode provjere znanja:

Ispit se polaže pismeno-usmeno. Testovi (2) su pismeni ispit koji su kombinacija računskih primjera i teoretskih pitanja, a polažu se u toku izvođenja nastave. Završni ispit je pismeno-usmeni ispit koji se sastoji od opširnijih teoretskih pitanja i zadataka.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE001**

**Osnovi elektrotehnike 1**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+2+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 90

**Broj ECTS kredita:** 7 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Temeljni cilj je da studenti steknu znanja iz fundamentalne elektrotehnike, shvate filozofiju i fizikalnost zakona iz elektrostatike i dinamike procesa jednosmjernih struja, te savladaju metode za rješavanje složenih električnih kola. Cilj je da savladaju integrisani proces teoretskih i praktičnih osnova putem istraživačko-laboratorijskog rada i matematičkih metoda proračuna složenih problema.

**Sadržaj:**

Elektrostatika

Struktura materije. Električno opterećenje. Coulombov (Kulonov) zakon i vektor jačine električnog polja. Potencijal i napon, odnos polja i potencijala. Fluks vektora električnog polja. Gaussov zakon. Provodnici u električnom polju. Elektrostatička indukcija. Kapacitivnost, kondenzatori. Dielektrici u električnom polju. Polarizacija dielektrika i vektor električne polarizacije. Maxwellov postulat. Promjena električnog polja na granici dva dielektrika. Električne osobine dielektrika. Energija elektrostatičkog polja i njegove mehaničke manifestacije. Kretanje naelektrisane čestice u vakuumu pod uticajem elektrostatičkog polja

Jednosmjerne struje

Osnovne osobine električne struje u provodnicima. Gustina struje i intenzitet struje. Prvi Kirchoffov zakon. Jouelov zakon i otpornost provodnika. Ohmov zakon. Električno kolo i elementi kola. Otpornici. Vezivanje otpornika. Električni generatori. Drugi Kirchoffov zakon. Metode rješavanja linearnih električnih kola. Električna kola sa kondenzatorima. Ponašanje kondenzatora u električnom kolu jednosmjerne struje, opterećivanje i rasterećivanje kondenzatora. Stacionarni i prijelazni režimi u električnim kolima sa kondenzatorima. Metode rješavanja električnih kola sa kondenzatorima.

**Literatura:**

E. Hot, "Osnovi elektrotehnike", knjiga prva, Svjetlost Sarajevo, 1996.

B. Milatović, "Osnovi elektrotehnike I", Svjetlost Sarajevo, 1983.

B. Popović, "Osnove elektrotehnike I", Građevinska knjiga Beograd, 1990.

H. Božilović, Ž. Spasojević, G. Božilović, "Zbirka zadataka iz osnova elektrotehnike-Elektrostatika, stalne jednosmjerne struje", Naučna knjiga Beograd, 1989.

I. Kapetanović, N. Sarajlić, T. Konjić, "Osnovi elektrotehnike-zbirka zadataka, knjiga 1,2", Fakultet elektrotehnike Univerziteta u Tuzli, Tuzla 2000.

I. Kapetanović, V. Madžarević, N. Sarajlić, T. Zuber, "Osnovi elektrotehnike-prvi dio: Elektrostatika i linearna električna kola jednosmjerne struje sa teorijom, laboratorijskim vježbama i zadacima, drugo dopunjeno izdanje", Fakultet elektrotehnike i mašinstva Univerziteta u Tuzli, Tuzla 1995.

**Metode provjere znanja:**

Provjera znanja vrši se u toku semestra: I polaganjem pismenog dijela ispita (zadaci) u VII i XV sedmici nastave testiranjem ( zadaci + teorija) iz oblasti: Elektrostatika i Jednosmjerne struje u VII i XV sedmici nastave polaganjem usmenog dijela ispita u terminu Završnog ispita polaganjem Završnog ispita

II popravnim ispitima nakon semestra

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+2+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 90

**Broj ECTS kredita:** 7 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Temeljni cilj je da studenti steknu znanja iz fundamentalne elektrotehnike, shvate filozofiju i fizikalnost zakona iz elektromagnetizma i dinamike procesa naizmjeničnih struja i trofaznih sistema, te savladaju metode za rješavanje složenih električnih kola. Cilj je da savladaju integrisani proces teoretskih i praktičnih osnova putem istraživačko-laboratorijskog rada i matematičkih metoda proračuna složenih problema.

**Sadržaj:**

Elektromagnetizam

Magnetno polje i vektor magnetne indukcije. Biot-Savartov zakon. Fluks vektora magnetne indukcije. Amperov zakon. Mehaničke manifestacije magnetnog polja. Materija u magnetnom polju. Magnetne osobine materije. Magnetna kola. Vremenski promjenljiva polja. Faradjev zakon elektromagnetne indukcije. Međusobna induktivnost i samoinduktivnost. Energija i sile u magnetnom polju.

Naizmjenične struje

Osnovne osobine vremenski promjenljivih električnih struja. Osnovni pojmovi o periodičnim i prostoperiodičnim veličinama. Maksimalna, srednja i efektivna vrijednost. Princip rada generatora. Grafičko predstavljanje prostoperiodičnih veličina. Elementi i struktura električnih kola. Snaga u električnim kolima sa prostoperiodičnim strujama. Faktor snage. Aktivna i reaktivna snaga. Metode rješavanja električnih kola sa prostoperiodičnim strujama kompleksnim računom (Simbolička metoda). Neke posebne veze elemenata u električnim kolima sa prostoperiodičnim strujama; rezonantna kola, induktivno spregnuta kola, linearni i idelni transformator.

Trofazni sistemi

Osnovni pojmovi i karakteristike. Trofazno kolo: uravnoteženo (simetrično) trofazno kolo vezano u zvijezdu, trugao. Snaga trofaznih simetričnih kola. Neuravnotežena (nesimetrična) trofazna kola. Rješavanje nesimetričnih trofaznih kola. Poređenje trofaznog i jednofaznog sistema za prijenos električne energije. Mjerenje snage trofaznih kola. Obrtno magnetno polje. Osnovi konstrukcije i princip rada asinhronih motora.

**Literatura:**

E. Hot, "Osnovi elektrotehnike", knjiga druga, Svjetlost Sarajevo, 1996.

B. Milatović, "Osnovi elektrotehnike II", Svjetlost Sarajevo, 1983.

B. Popović, "Osnove elektrotehnike II", Građevinska knjiga Beograd, 1989.

H. Božilović, Ž. Spasojević, G. Božilović, "Zbirka zadataka iz osnova elektrotehnike-Elektromagnetizam, naizmjenične struje", Naučna knjiga Beograd, 1989.

I. Kapetanović, N. Sarajlić, T. Konjić, "Osnovi elektrotehnike-zbirka zadataka, knjiga 3,4", Fakultet elektrotehnike Univerziteta u Tuzli, Tuzla 2000.

I. Kapetanović, V. Madžarević, N. Sarajlić, T. Zuber, "Osnovi elektrotehnike sa teorijom, laboratorijskim vježbama i zadacima, -drugi dio, drugo dopunjeno izdanje", Fakultet elektrotehnike i maštinstva Univerziteta u Tuzli, Tuzla 1995.

**Metode provjere znanja:**

Provjera znanja vrši se u toku semestra: I polaganjem pismenog dijela ispita (zadaci) u VII i XV sedmici nastave testiranjem ( zadaci + teorija) iz oblasti: Elektromagnetizam, Naizmjenične struje i Trofazni sistemi u VII i XV sedmici nastave polaganjem usmenog dijela ispita u terminu Završnog ispita polaganjem Završnog ispita

II popravnim ispitima nakon semestra

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE001, ESKE002

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj kursa je ovladavanje baznim znanjima o električnim mjerenjima.

**Sadržaj:**

1. Mjerenje napona

Mjerenje napona voltmetrom. Mjerenje napona osciloskopom. Induktivna i kapacitivna mjerenja napona

2. Mjerenje struje

Definicija ampera. Magnetika. Šantovi. Mjerač sa pokretnim magnetnom. Elektrodinamometar. RF ampermetar i stvarna efektivna vrijednost. Strujni transformator. Induktivni senzori. Senzori zasnovani na Hallovom efektu. Strujna kliješta. Magneto otporni senzori. Fluxometri. Optički senzori. Indikatori kvara (greške). Ostale šeme. Neka generalije i upozorenja. Strujni prekidači i indikatori.

3. Mjerenje snage

Mjerenje snage u kolima istosmjernih struja. Mjerenje snage u kolima naizmjeničnih struja. Pulsno mjerenje snage.

4. Mjerenje faktora snage

Značaj poznavanja faktora snage. AC električno opterećenje. Veze među snagama u AC kolima. Mjerenje faktora snage.

5. Mjerenje faze

Amplituda, frekvencija i faza sinusoidalnih signala. Faza periodičnih nesinusoidalnih signala. Mjerne tehnike za određivanje faze. Faza-senzitivna demodulacija. Faktor snage. Instrumentacija i komponente

6. Mjerenje energije

Elektromehanički mjerni sistemi. Elektronska brojila energije.

7. Električna provodnost i otpornost

Osnovni koncept. Jednostavni modeli i teorija. Eksperimentalne tehnike za mjerenje otpornosti.

8. Mjerenje naelektrisanja

Elektrostatički voltmetri. Aplikacije.

9. Kapacitivnost i mjerenje kapacitivnosti

Tipovi kondenzatora. Karakteristike kondenzatora.

10. Mjerenje permitivnosti

Mjerenje kompleksne permitivnosti pri niskim frekvencijama. Mjerenje kompleksne permitivnosti korištenjem distribuiranih kola.

11. Mjerenje jačine električnog polja

Elektrostatičko polje. Niskofrekventna električna polja. Radio

- frekventne i mikrotalasne tehnike. Sistema antena sa trostrukom petljom. Pojasne dipol antene.

12. Mjerenje magnetnog polja

Osnove magnetnih polja. Vektor magnetometar za niska polja. Vektor Gaussmetar za visoka polja. Skalarni magnetometri.

13. Permeabilnost i mjerenje histereze

Definicija permeabilnosti. Tipovi magnetizacije materijala. Definicija histereze. Gubici u jezgru (željezu). Mjerne metode. Validnost mjerenja.

14. Mjerenje induktivnosti

Definicija induktivnosti. Ekvivalentna kola i modeli induktivnog elementa. Mjerne metode. instrumentacija.

15. Mjerenje imitanse (kombinacija impedanse i admitanse)

Definicije. Idealne povezane komponente. Distribuirani elementi. Međusobna povezanost i grafičko predstavljanje. Mjerne tehnike. Instrumentacija i proizvođači.

#### 16. Mjerenje Q faktora

Osnovni proračun Q faktora. Q-metar. Ostale mjerenje tehnike za faktor Q. Mjerenje ostalih para metara osim parametra Q.

#### 17. Mjerenje distorzija

Matematičko objašnjenje. Tačke presreta - intersepcije (Intercept points). Mjerenje THD. Zaključci.

#### 18. Mjerenje šuma

Termički šum. Spektralna gustina. Teorema o fluktuaciji disipacije. Ekvivalentna otpornosti i provodnost šuma. Šum pucnja. Fliker šum. Neumjereni šum. Rafalni šum. Partition šum. Šum generacije-rekombinacije. Propusni opseg šuma. Mjerenje propusnog opsega šuma. Naponi šuma. Korelacija impedanse i admitanse. Model vn-in pojačala šuma. Mjerenje vni2, vn2 i ini2. Temperaturni šum. Redukcija šuma sa transformatorom. Nivo šuma u signalu. Faktor šuma i slika šuma. Mjerenje faktora šuma. Model šuma kod diode. BJT model šuma. FET model šuma. Modeli operacionih pojačala šuma. Model fotodiodnog detektora šuma. Model piezoelektričnog pretvarača šuma. Parametarska pojačala. Mjerenje šuma.

#### 19. Mikrotalasna mjerenja

Mjerenje snage. Mjerenje frekvencije. Analiza spektra. Modovi kavitacija i Q kavitacije. Mjerenje parametara rasipanja.

### Literatura:

Bilješke s predavanja

A. Muharemović: Električna mjerenja, ETF Sarajevo 2005.

V. Bego: Mjerenja u elektrotehnici, Tehnička knjiga, Zagreb, 1975.

A. Muharemović, I. Turković: Električna mjerenja, Elpi inženjering, 1997.

J. Webster, Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook; CRC Press; 1999

Pripreme za izvođenje laboratorijskih vježbi

### Metode provjere znanja:

Provjera znanja vrši se:

1. testiranjem u toku semestra i to:

I test

II test

Završni ispit

2. popravnim ispitima nakon semestra i to:

pismeni dio,

usmeni dio ( po zahtjevu studenta)

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE102**

**Teorija elektromagnetskih polja**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE001, ESKE002

**Semestar:** zimski

### Ciljevi:

Osposobljavanje studenata za matematsko opisivanje elektromagnetskih pojava za sisteme bilo kojih dimenzija, oblika i vrste materijala u trodimenzionalnom prostoru i vremenu. Sticanje vještina proračuna i analize elektromagnetskih polja, sila i energija analitičkim putem i numeričkim putem korištenjem različitih softverskih paketa praktičnih zadata. Razvijanje naučnog i inženjerskog načina razmišljanja.

### Sadržaj:

Predstavljanje elektromagnetskih polja. Definicije vektorskih polja E i B i njihovi izvori. Singularne gustoće izvora. Diskontinuiteti u polju. Maxwellove jednačbe u vakuumu u diferencijalnom i integralnom obliku. Elektromagnetsko polje u prisustvu materije koja miruje. Vodič u električnom polju. Dielektrik u električnom polju. Magnetizacija materijala. Model sa amperskim strujama. Model sa magnetskim nabojsima i gustoćama struja. Vektorska polja D i H. Električni i magnetski fluksevi  $\Phi_e$  i  $\Phi_m$ . Maxwellove jednačbe za vektore polja E, B, D i H. Elektromagnetski potencijali. Valne jednačbe. Integralne jednačbe u rješavanju elektromagnetskih zadataka. Retardirani potencijali. Energija i sile u elektromagnetskom polju. Statičko električno polje. Kapacitet. Statičko strujno polje. Statičko magnetsko polje. Induktivitet. Kvizistatičko polje. Jednačine polja u fazorskoj domeni i kvizistatičnost sinusno promjenjivih polja. Poyntingov vektor. Poyntingova teorema. Elektromagnetska energija apsorbirana u materijalu.

#### Literatura:

1. Z. Haznadar, Ž. Štih: "Elektromagnetizam 1", Sarajevo, 1998
2. V. Madžarević, N. Mehinović, M. Pejdanović: Izabrana poglavlja inženjerske matematike u teoriji elektromagnetskih polja, Tuzla 2020.
3. E. M. Purcell, "Electricity and Magnetism", Berkeley, 1965

#### Metode provjere znanja:

Provjera znanja se vrši pismeno, usmeno i kombinovano (pismeno + usmeno).

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE103**

**Senzori i pretvarači**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE001, FIZ1

**Semestar:** ljetni

#### Ciljevi:

Cilj kursa je upoznavanje studenata sa fizikalnim principima rada senzora i mjernih pretvarača. Kroz ovaj kurs studenti treba da nauče specifične osobine pojedinih pretvarača, njihove relativne prednosti i ograničenja što će im omogućiti da izvrše izbor tipa pretvarača za neke od tipičnih primjena mjernih pretvarača koji se susreću u praksi.

#### Sadržaj:

Osnove tehnike senzora, klasifikacija senzora, fizikalni principi rada, struktura senzora. Tehničke karakteristike senzora, statičke karakteristike, dinamičke karakteristike, metode povećanja tačnosti. Otpornički senzori, princip rada, mjerne šeme. Kapacitivni senzori, načini gradnje, mjerne šeme. Elektromagnetni senzori. Piezoelektrični senzori, načini gradnje, mjerne šeme. Optički senzori. Hemijski senzori. Biosenzori. Mikrosenzori. Osnovna podjela aktuatora. Važnost i područja primjene elektromehaničkih, hidrauličkih i pneumatskih aktuatora.

#### Literatura:

- M. Popović: "Senzori i mjerenja", četvrto izdanje, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Sarajevo, 2004.  
J.R. Hendershot Jr., TJE Miller: "Design of Brushless Permanent-Magnet Motors", Clarendon Press; 1994  
J. Fraden: Handbook of Modern Sensors, 3rd Edition, Advanced Monitors Corporation San Diego, 2003.  
G. Meijer, M. Pertijs, K. Makinwa: Smart Sensor Systems, First Edition, Wiley 2014.

#### Metode provjere znanja:

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije položenog pismenog ispita.



Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE105**

**Električne mašine 1**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE002

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Kurs ima za cilj dati osnovu za razumijevanje principa rada transformatora, asinhronih i sinhronih mašina.

**Sadržaj:**

Konstrukcija transformatora i podjela. Idealni i realni jednofazni transformator. Zamjenska shema realnog transformatora. Vektorski dijagrami. Pokusi praznog hoda i kratkog spoja. Faktor korisnosti. Pad napona. Trofazni transformatori, sprege, grupa spoja. Paralelni rad transformatora. Namoti i magnetska polja električnih mašina za naizmjeničnu struju. Konstrukcija asinhronih mašina. Analitička teorija asinhronih mašina: osnovne jednačine, zamjenska šema, pokusi praznog hoda i kratkog spoja. Bilans snaga i faktor korisnosti. Elektromagnetni moment i mehanička karakteristika, Klossov-a jednačina. Puštanje u rad i kočenje asinhronih motora. Osnovni elementi konstrukcije sinhronih mašina. Sistemi uzbude. Princip rada: motor, generator i kompenzator. Reakcija armature sinhronih mašina: aktivno, induktivno i kapacitivno opterećenje. Vektorski dijagrami (Potijeov i Blondelov), zamjenska šema. Sinhronizacija generatora. Podešavanje aktivne i reaktivne snage. Sinhrona mašina sa neistaknutim polovima: zamjenska shema, fazorski dijagrami, snaga i elektromagnetni moment. Pogonska karta sinhronih mašina.

**Literatura:**

1. Š. Mašić: "Električni stojevi", Univerzitet u Sarajevu - Elektrotehnički fakultet u Sarajevu, Sarajevo 2005.
2. M. J. Heathcote, The J & P Transformer Book, Elsevier Ltd, 2007.
3. James H. Harlow, Electric power transformer engineering, CRC Press, 2004.
4. Harlow, H. James: "Transformers", CRC Press LLC; 2000.
5. R. Wolf: "Osnove električnih strojeva", Školska knjiga, Zagreb 1991.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije položenog pismenog ispita.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE106**

**Operaciona istraživanja**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+0

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 60

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** MAT1, MAT2

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Osposobljavanje studenata za postavljanje i rješavanje problema oblika linearnih optimizacionih problema i razumijevanje simplex metoda, modelovanje ili aproksimacije različitih problema iz prakse u formi linearnog problema, rješavanje jednostavnih mrežnih problema.

**Sadržaj:**

Uvod u programski paket Matlab. Linearno programiranje (LP). Definicije različitih vrsta problema u obliku LP. Grafičko rješavanje. Simplex metod: Gauss-Jordanova eliminacija, karakteristike skupa

dopustivih rješenja, bazna rješenja, pronalaženje prvog baznog i optimalnog rješenja, kompleksnost simplex metoda, degeneracija, cikliranje i algoritmi anticikliranja. Problem transporta: otvoreni i zatvoreni problem, metode za nalaženje baznog i optimalnog rješenja. Postoptimalna analiza. Dualnost u LP, Interior-point metod, Nelder-Mead simplex metod. Rješavanje drugih praktičnih problema: raspodjela investicija, proširenje kapaciteta, poslovno udruživanje, zamjena i izbor opreme, upravljanje zalihama, problem smjese. Heurističke metode rješavanja. Linearni cjelobrojni problemi: metoda grananja i ograđivanja i metoda implicitne enumeracije. Dinamičko i heurističko programiranje. Mrežno planiranje i upravljanje, analiza vremena po metodama CPM i PERT. Redovi čekanja. Uvod u teoriju igara. Nelinearno programiranje: klasična optimizacija, jednodimenzionalna optimizacija, bezuslovna optimizacija.

#### **Literatura:**

J.Petrić: "Operaciona istraživanja", Nauka, Beograd, 1997.

D.Kalpić, V.Mornar: "Operacijska istraživanja", DRIP Zagreb, 1996.

W.Winston, Operations Research: "Application and Algorithms", Duxbury Press, 2003.

#### **Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže putem parcijalnog testa i završnog ispita.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE107**

**Elektromehanička konverzija energije**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+2+0

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE002

**Semestar:** ljetni

#### **Ciljevi:**

Osnovni cilj ovog modula je da studenti steknu osnovna znanja o elektromehaničkim konverzijama energije, kako teoretski, tako i praktično putem laboratorijskog /računskog rješavanja problema.

#### **Sadržaj:**

Fizikalne osnove elektromehaničke pretvorbe energije. Energetski bilans u elektromehaničkim sistemima. Elektromagnetni sistemi sa jednom pobudom. Elektromagnetni sistemi sa spregnutim namotima. Jednačina elektromagnetske sile i jednačina elektromagnetnog momenta. Reluktantni moment. Uloga vodiča i željezne jezgre u elektromehaničkoj konverziji energije. Konstrukcija obrtnih mašina. Osnovne teorije namota. Magnetopobudne sile koncentrisanih i raspodijeljenih namota. Indukovana EMS u provodniku, sekciji i namotu. Magnetna polja u električnim mašinama: jednosmjerno, naizmjenično, obrtno i jednofazno polje. Magnetno polje i reaktanse rasipanja. Glavna reaktansa. Vremenski harmonici magnetopobudne sile. Tumačenje rada obrtnih pretvarača energije preko elektromagnetnog polja. Poyntingov vektor N. Primjeri toka energije. Elektromehanička konverzija energije obrtnih mašina preko Faradejevog i Laplasovog zakona, preko polja statora i rotora i preko Pointingovog vektora.

#### **Literatura:**

M. Petrović: Elektromehanički pretvarači, Beograd 2001.

Š. Mašić: "Električni stojevi", Unverzitet u Sarajevu - Elektrotehnički fakultet u Sarajevu, Sarajevo 2005.

#### **Metode provjere znanja:**

Provjera znanja se vrši pismeno, usmeno i kombinovano (pismeno + usmeno).

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE201**

**Elektromagnetska kompatibilnost**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE102

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Osposobljavanje studenata za razumjevanje elektromagnetskih interferencija električne, elektroničke i telekomunikacijske opreme, razvijanje vještina proračuna i mjerenja elektromagnetskih interferencija i vještina za postizanje elektromagnetske kompatibilnosti, te razvijanje inženjerskog načina razmišljanja

**Sadržaj:**

Definicije pojmova i standardi. EMC i EMI definicije. CE i EMC označavanje, EMC standardi.

Izvori smetnji. Načini prenošenja smetnji (induktivni, kapacitivni i konduktivni). EMC električne, elektronske opreme, energetskih objekata. Tehnike za postizanje EMC-a (oklapanje, uzemljenje, galvansko povezivanje, filtriranje,...). EMC testiranje. Metode procjene potencijalnog uticaja el.mag.polja na zdravlje ljudi. Metodologija proračuna NF električnih i magnetskih polja. Metodologija mjerenja NF električnih i magnetskih polja. Redukcija NF električnih i magnetskih polja elektroenergetskih objekata. Metode mjerenja i testiranja elektromagnetske kompatibilnosti.

**Literatura:**

V.Madžarević, A.Muharemović, N.Mehinović, H.Salkić, M.Tešanović, M.Kasumović, M.Tešanović, A.Hadžimehmedović, &#39;&#39;EMC elektroenergetskih objekata&#39;&#39;, Tuzla

P. A. Chatteron, M. A. Houlden, "EMC Electromagnetic Theory to Practical Design", England, 1995

J. D. Kraus, D. A. Fleisch, Electromagnetic with Applications, New York, 2000 K. Malarić,

V.P.Kodail, "Engineering Electromagnetic Compatibility", New York, 2001.

Antonije Đorđević, Dragan Olčan, "Ispitivanje EMC" Beograd 2012.

**Metode provjere znanja:**

Projektni zadatak/Elaborat

Dva testa i završni usmeni ispit

Popravni ispit (pismeno test + usmeni)

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE202**

**Električne mreže**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE101

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Osnovni cilj ovog kursaja da studenti steknu fundamentalna znanja iz električnih mreža kako teoretska tako i praktične putem laboratorijskog rada i računskog rješavanja problema.

**Sadržaj:**

Uopšte o električnim mrežama. Karakteristike zračnih linija. Mehanički proračun nadzemnih vodova. Električne karakteristike kablova. Simetrične komponente. Elementi EE mreža i njihove nadomjesne šeme. Primjena kondezatora u električnim mrežama- kompenzacija reaktivne snage. Regulacija i gubici u električnim mrežama. Određivanje pada napona i gubitaka u mrežama. Osnovno o zaštiti mreža. Stabilnost

sistema - osnovni elementi, teorija i primjena. Naponi i struje u toku abnormalnih stanja električnih mreža. Fenomen groma. Dizajn linija na osnovu direktnog udara groma. Koordinacija izolacije. Uzemljenje neutralne tačke električnih mreža. Distributivne električne mreže. Uvod u kvalitet el.energije. Koordinacija električnih i komunikacionih mreža. Pojam pametna mreža, pametni grad.

**Literatura:**

M.Ozegovic, K.Ozegovic, Elektroenergetske Mreže, I,II I III Dio, Split, 1982.

S. Milojković, Teorija električnih k o la, Svijetlost, Sarajevo, 1985.

N . Rajaković, Analiza elektroenergetskih sistema I , Elektrotehnički fakultet Beograd 2002.

B.M.Weedy, B. J. Cory, N. Jenkins, J. B. Ekanayake, G. Strbac, Electric Power Systems, 5th Edition, 2012

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i/ili usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera. Organizuje se u dva dijela, u sedmoj sedmici i 15 sedmici nastave. Završni ispit je pismeni ispit koji sadrži samo teoretska pitanja. Usmeni ispit je opcija, samo ako student nije zadovoljan pismenom provjerom znanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE203**

**Električne mašine 2**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE105

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Sticanje osnovnih znanja o načinu funkcionisanja energetske transformatora, sinhronih i istosmjernih mašina, njihovoj primjeni i ponašanju u normalnim i vanrednim režimima rada u EES.

**Sadržaj:**

Zagrijavanje električnih mašina. Uticaj viših harmonika na rad transformatora. Nesimetrično opterećenje transformatora. Prelazni procesi u radu transformatora . Specijalni energetske transformatori. Jednofazni asinhroni motori, zamjenska šema, pokretanje. Regulacija brzine asinhronih mašina. Uticaj viših harmonika na rad asinhronih mašina. Uticaj uzbude na rad sinhronog generatora. Uticaj momenta pogonskog stroja na rad sinhronog generatora. Karakteristike sinhronih mašina. Ugaone karakteristike - stabilnost rada. Sinhronizaciona snaga i moment. Energetske bilans sinhronih mašina. Kružni dijagram struja. Pogonska karta sinhronog generatora. Sinhroni motor. Kolektorske mašine: Konstrukcijska izvedba - jezgra i namoti. Princip rada-motor, generator. Vrste pobude: nezavisna, paralelna, serijska i kompaundirana. Magnetna polja. Indukovani napon i elektromagnetni moment. Gubici i efikasnost istosmjernih mašina. Reakcija armature. Komutacija. Mjere za smanjenje reakcije armature. Istosmjerni motori sa nezavisnom, serijskom, paralelnom i složenom pobudom. Istosmjerni generatori sa nezavisnom, serijskom, paralelnom i složenom pobudom. Regulacija brzine kod istosmjernih mašina. Pokretanje i kočenje. Energetske efikasni motori.

**Literatura:**

1. Š. Mašić: "Električni stojevi", Univerzitet u Sarajevu - Elektrotehnički fakultet u Sarajevu, 2005.

2. Harlow, H. James: "Transformers", CRC Press LLC; 2000

3. Jens Weidauer, Električna pogonska tehnika, Graphis, 2013.

4. B.Jurkovic, Z.Smolčić: "Kolektorski strojevi", Školska knjiga, Zagreb,1986.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije položenog pismenog ispita.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE205**

**Mehatronika**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE103, ESKE106

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj kursa je ovladavanje baznim znanjima o komponentama, principima i načinu funkcionisanja mehatroničkih sistema.

**Sadržaj:**

Uvod u mehatroniku: filozofija i primjena mehatronike. Integracija u mehatroničkim sistemima. Načela mehatroničkog dizajniranja i projektovanja. Poređenje mehatroničkih sistema i klasičnih elektromehaničkih sistema. Komponente mehatroničkog sistema. Tehnike digitalne kontrole - digitalna kontrola, industrijski kontroleri bazirani na mikroprocesorima, PLC, napredni kontrolni sistemi. Mikroprocesorska tehnologija. Integracija senzora u mehatronički sistem. Kriteriji za izbor algoritama upravljanja. Primjena optimalnih, adaptivnih i robusnih algoritama upravljanja. Primjena inteligentnog upravljanja u mehatroničkim sistemima. Vještačka inteligencija. Mehatronika u procesu proizvodnje, transportnim sistemima, električnim vozilima. Mehatronički sistemi u elektroenergetici.

**Literatura:**

S.E. Lishevski: "Electromechanical systems, electric machines, and applied mechatronics", CRC Press, 1999

P. Vas: "Artificial Intelligence-Based Electrical machines and drives", Oxford University Press, 1999

R.H. Bishop: The Mechatronics Handbook, CRC Press 2002.

M.S. Abbes, J-Y. Choley, F. Chaari, A. Jarraya, M. Haddar: Mechatronic Systems: Theory and Applications, Springer 2014.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije položenog pismenog ispita.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE206**

**Energetska elektronika**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE002, TK102

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Razumijevanje značaja oblasti energetske elektronike i njene primjene u elektrotehnici. Ovladavanje tehnikama projektovanja jednostavnih sklopova energetske elektronike. Ovladavanje tehnikama analize energetske pretvarača za primjenu u proizvodnji, prenosu i potrošnji električne energije.

**Sadržaj:**

Poluprovodnici (čisti i primjesni, pn spoj, vodljivost poluprovodnika), poluprovodnički elementi (dioda, zener dioda, bipolarni tranzistor, tiristor, fototiristor, diac, triac) i pasivne komponente u energetske elektronici (idealni i realni modeli). Serijsko i paralelno vezivanje komponenti poluprovodničke

elektronike. Vrijeme uključenja i isključenja poluprovodničkih elemenata. Osnovna podjela sklopova energetske elektronike. Ispravljači: Jednofazni poluvalni i punovalni. Trofazni ispravljači. Upravljačka i opteretna karakteristika ispravljača. Ispravljački transformatori. Invertori: Mrežom vođeni invertori. Autonomni invertori napona i struje. Izmjenični pretvarači. Istosmjerni pretvarači. Primjena energetske elektronike u elektroenergetici.

#### Literatura:

1. M. H. Rashid: Power Electronics Handbook, Academic Press, 2001.,
2. T. Brodić : Energetska elektronika – zbirka zadataka, Svjetlost, Sarajevo, 2000.
3. A. Hodžić: Upravljanje i regulacija elektromotornih pogona, NIK GRAFIT, Lukavac, 2012.,

#### Metode provjere znanja:

Dvije parcijalne provjere znanja (provjere sa zadacima) i Završni ispit.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE301**

**Električna postrojenja**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE202

**Semestar:** ljetni

#### Ciljevi:

Cilj nastavnog predmeta je ovladavanje baznim znanjima o električnim postrojenjima za prenos i distribuciju električne energije. Studentu će kroz ovaj predmet biti prezentirana znanja koja omogućavaju sagledavanje ove oblasti kroz tri aspekta: električne funkcije i karakteristike elemenata postrojenja, njihove konstrukcije i načina rada.

#### Sadržaj:

Historijski pregled razvoja. Naponska i strujna naprezanja u električnim postrojenjima. Impedanse elemenata EES. Proračun struja kratkog spoja. Standardi i propisi mjerodavni za proračun kratkog spoja (KS). Komponente struje KS mjerodavne za izbor elemenata električnih postrojenja. Izvedbe električnih postrojenja. Plinom izolirana postrojenja. Zrakom izolirana postrojenja: jednostruke i dvostruke sabirnice, glavne i pomoćne sabirnice, prstenaste sabirnice, poređenje različitih konfiguracija. Proračun pouzdanosti. Karakteristike i izbor glavnih elemenata električnih postrojenja (sabirnice, izolatori, rastavljači, prekidači, osigurači i odvodnici prenapona). Osnovne šeme glavnih strujnih krugova. Sigurnosne mjere pri radu u električnim postrojenjima. Mjerenja u električnim postrojenjima. Automatizacija postrojenja: prikupljanje podataka, monitoring stanja, komunikacijska oprema u postrojenju. Kompenzacija reaktivne snage. Pogonsko uzemljenje.

#### Literatura:

1. H. Požar, Visokonaponska rasklopna postrojenja, Tehnička knjiga, Zagreb, 1990.
2. J.D. McDonald, Electric Power Substations Engineering, CRC Press, 2012.
3. D.F. Warne, Electrical Power Engineering Handbook, Elsevier, 2005.

#### Metode provjere znanja:

Provjera znanja vrši se kroz predispitne obaveze i Završni ispit.

Predispitne obaveze sastoje se iz dva testa, koji su kombinacija teorijskih pitanja i zadataka. Svaki test nosi maksimalno 35 bodova. Testovi se organizuju u 8. i u 15. sedmici nastave. U okviru predispitnih obaveza student stiče još 10 bodova kroz prisustvo nastavi i aktivnosti na laboratorijskim vježbama.

Završni ispit se organizuje nakon odslušanog semestra i boduje se sa maksimalno 20 bodova.

Da bi student položio ispit mora skupiti 54 boda kroz predispitne aktivnosti i Završni ispit.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE302**

**Elektromotorni pogoni**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE105, ESKE203

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Educiranje studenata iz oblasti elektromotornih pogona.

**Sadržaj:**

Osnovna stanja EMP. Karakter momenta tereta. Mehaničke karakteristike radnih mehanizama i pogonskih motora. EMP sa istosmjernim nezavisno uzbuđenim motorom. EMP sa istosmjernim serijskim motorom. EMP sa asinhronim motorom. Trajanje prelaznih pojava EMP. Gubici asinhronih i istosmjernih motora u dinamičkom režimu rada EMP. Statička stabilnost EMP. Prilagodavanje EMP radnom mehanizmu i izvoru energije. Spajanje i podešavanje brzine EMP sa istosmjernim motorom. EMP upravljani naponom izvora. Podešavanje brzine vrtnje asinhronog motora. Višemotorni EMP. Električne osovine. Mehanička dinamička stanja EMP sa istosmjernim i asinhronim motorom. Pokretanje EMP i problemi koji se javljaju prilikom pokretanja. Forsiranje toka uzbuđenja. Režimi opterećivanja, rasterećivanja i dinamički pad brzine EMP. Dinamička stanja teških EMP. Brza promjena opterećenja, udarci tereta. Metode za smanjenje gubitaka EMP.

**Literatura:**

1. B. Jurković, "Elektromotorni pogoni", Školska knjiga Zagreb, 1978.
2. Š. Mašić, S. Smaka, "Elektromotorni pogoni", ETF Sarajevo, Sarajevo, 2011.
3. A. Hodžić, N. Mehinović, "Elektromotorni pogoni i upravljanje - zbirka zadataka", Tuzla, 2006.

**Metode provjere znanja:**

Dvije parcijalne provjere znanja (provjere sa zadacima) i Završni ispit.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE303**

**Proizvodnja električne energije**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE105, ESKE203

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj nastavnog predmeta je da studenti usvoje osnovna teorijska, računska i praktična znanja iz oblasti proizvodnje električne energije.

**Sadržaj:**

Energetske karakteristike elektrana: vrste i podjela elektrana, snaga i moguća proizvodnja elektrana. Tipovi elektrana (HE, TE, NE, VE, SE i drugi). Energetske karakteristike. Glavni dijelovi elektrana. Vrste turbina. Toplinske šeme i dijagrami kružnog procesa. Izbor parametara i karakteristike glavne opreme u elektranama. Karakteristike starta i obustave elektrane te mogućnosti promjene snage. Izbor jednopolne šeme elektrane. Izbor osnovnih karakteristika generatora. Statički i dinamički dijagrami agregata. Sinhronizacija generatora. Analiza načina pogona elektrane s obzirom na: pogon u okviru EES-a, otočni pogon i pogon na vlastitu potrošnju. Vlastita i opšta potrošnja. Rezervni sistemi napajanja. Osnovna

procesna mjerenja. Troškovi izgradnje elektrana i cijena proizvodnje. Ekonomsko-energetska vrijednost elektrana. Rad elektrane i proizvodna cijena u tržišnim uslovima.

#### **Literatura:**

H. Požar; Osnove energetike I, II i III, Školska knjiga; 1992

P.K.Nag; Power Plant Engineering; McGraw Hill; 2006

J.S. Gulliver, R.E.A. Arndt; Hydropower Engineering Handbook; McGraw Hill; 2001

#### **Metode provjere znanja:**

Provjera znanja vrši se kroz predispitne obaveze i Završni ispit.

Predispitne obaveze sastoje se iz polaganja testa (kombinacija teorijskih pitanja i zadataka) i izrade samostalnog istraživačkog rada. Test se boduje sa maksimalno 50 bodova. Test se organizuje u 15. sedmici nastave. Istraživački rad boduje se sa maksimalno 30 bodova. Temu istraživačkog rada studenti predlažu ili biraju sa spiska ponuđenih tema na početku semestra. Nakon izrađenog istraživačkog rada, student pristupa njegovoj odbrani, koja se organizuje od 11.-15. sedmice semestra.

Zvršni ispit se organizuje nakon odslušanog semestra i boduje se sa maksimalno 20 bodova.

Da bi student položio ispit mora skupiti 54 boda kroz predispitne aktivnosti i Završni ispit.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE304**

**Dijagnostika u energetici**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE101, ESKE105, ESKE203

**Semestar:** ljetni

#### **Ciljevi:**

Cilj kursa je da studenti steknu osnovna znanja i vještine koje će im omogućiti da dobro razumiju šta raditi, kada to raditi i kako interpretirati rezultate primjene novih tehnologija prilikom on-line i off-line dijagnostičkih ispitivanja opreme u svrhu donošenja optimalnih odluka vezanih za njihovo održavanje.

#### **Sadržaj:**

Pouzdanost tehničkih sistema kao njegova karakteristika. Sistematske tehnike za planiranje održavanja. Tipični kvarovi i dijagnostika stanja električnih mašina. Dijagnostika kvarova. Metode monitoringa. Dijagnostika stanja energetskih transformatora. Ispitivanje ispravnosti i dimenzija jezgre. Ispitivanje izolacionog sistema transformatora. Ispitivanje ispravnosti namota i broja zavojaka namota. Dijagnostika stanja asinhronih motora. Sistematizacija karakterističnih kvarova asinhronih motora. Ispitivanje zagrijavanja asinhronih mašina. Dijagnostika stanja sinhronih motora. Metode ispitivanja statorskih paketa. Ispitivanje reaktancije i inverzne reaktancije sinhronih mašina. Mjerenje gubitaka sinhronih mašina.

#### **Literatura:**

I. P. Girdhar, C. Scheffer: "Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance", London, 2004.

M. Petrovic: "Ispitivanje električnih mašina", Beograd, 2000.

N.Srb: "Magnetski monitoring električnih rotacijskih strojeva", Zagreb, 2004

#### **Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera rađenih na predavanjima i na auditornim vježbama. Završni ispit je usmeni ispit koji se sastoji od diskusije položenog pismenog ispita.

---



Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE401**

## **Zaštitni i upravljački sistemi**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE301, ESKE304

**Semestar:** zimski

### **Ciljevi:**

Osnovni cilj ovog kursa je da studenti steknu fundamentalna znanja iz zaštitnih i upravljačkih sistema kako teoretska tako i praktične putem laboratorijskog rada i računskog rješavanja problema.

### **Sadržaj:**

Zaštitni releji: uloga, namjena, osobine, generacije (elektromehaničke, elektroničke, numeričke), hardware i software zaštitnih releja. Osnovne karakteristike zaštitnih releja: strujni, naponski, distantni, učinski, termički, frekventni, vremenski. Automatsko ponovno uključenje (APU). Zaštite motora: zaštita od kratkog spoja, zaštita od preopterećenja, zaštita od nesimetrije i obrnutog reodoslijeda faza, zaštita od predugog zaleta, zaštita od prečestog startanja motora, termička zaštita motora, zemljospojna zaštita motora, podstrujna zaštita motora, CBFP funkcija. Zaštita generatora: zaštita od kratkog spoja, diferencijalna zaštita generatora, zaštita od zemljospoja, prekostrujna zaštita. Zaštita transformatora: zaštita od kratkog spoja, zaštita od preopterećenja, zaštita od zasićenja jezgre, zaštita od pregrijavanja, zemljospojna zaštita, Buchholz zaštita transformatora, CBFP funkcija, diferencijalna zaštita transformatora. Zaštita sabirnica. Zaštita mreža: prekostrujna zaštita, distantna zaštita. Numeričke zaštite: motora, transformatora, mreža, sabirnica, napajanja, način ispitivanja numeričkih zaštitnih releja. SCADA sistemi.

### **Literatura:**

F. Božuta: Automatski zaštitni uređaji elektro-energetskih postrojenja, Univerzitet u Sarajevu 1980  
H.L. Willis, M.H. Rashid: Protective Relaying – Principles and Applications, Third Edition, CRC Press 2006.

M.Kezunović, J. Ren, S. Lotfifard: Design, Modeling and Evaluation of Protective Relays for Power Systems, Springer 2016.

J.C. Das: Power System Protective Relaying, CRC Press 2018.

### **Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno i/ili usmeno. Pismeni ispit je kombinacija teoretskih pitanja i računskih primjera. Organizuje se u dva dijela. Završni ispit sadrži samo teoretska pitanja.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE402**

## **Sistemi konverzije energije**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE107, ESKE303

**Semestar:** ljetni

### **Ciljevi:**

Osnovni cilj ovog modula je da studenti steknu osnovna znanja o sistemima konverzije energije, kako teoretski, tako i praktično putem laboratorijskog /računskog rješavanja problema.

### **Sadržaj:**

Energetski domeni. Principi konverzije energije. Toplota u procesima konverzije energije. Zakoni termodinamike i prostiranje toplote. Konverzioni ciklusi. Elektrotermija – potrošač el.energije i njen značaj.

Osobine elektroterm. uređaja. Uticaj i smetnje na elektroenergetski sistem. Analogija el. i toplotnih procesa. Modelovanje toplotnih procesa. Elektrootporno zagrijavanje. Elektrolučno zagrijavanje. Indukciono zagrijavanje. Dielektrično zagrijavanje. Optimizacija rada i pouzdanost elektroterm. sistema. Elektrohemija kao potrošač el. energije. Energija iz otpada. Energija iz biomase. Sistemi za klimatizaciju i rashladna postrojenja. Toplotne pumpe. Sistemi za skladištenje energije. Gorivne ćelije.

**Literatura:**

E.Hot, "Elektrotermicka konverzija energije", Svjetlost, Sarajevo  
Z.Haznadar, Teoretska elektrotehnika, Školska knjiga, Zagreb  
I.Kapetanovic, "Modelovanje elektrotermickih procesa", predavanja, Tuzla  
Y.A. Çengel, "Introduction to Thermodynamics and heat transfer", University of Nevada, Reno, Irwin McGraw-Hill, 1997

**Metode provjere znanja:**

Test I  
Samostalni rad (projektni zadatak)  
Završni ispit – usmena odbrana samostalnog rada

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE403**

**Upravljanje elektromotornih pogona**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE206, ESKE302

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj nastavnog predmeta je da studenti usvoje osnovna teorijska, računska i praktična znanja iz oblasti upravljanja elektromotornih pogona.

**Sadržaj:**

Elementi u upravljačko regulacionom sistemu. Prenosne funkcije elemenata sistema - tiristorski most, istosmjerni generator, sinhroni generator, istosmjerni motor, asinhroni motor. EMP sa istosmjernim motorom: ekvivalentna šema. Upravljanje istosmjernim motorom regulacijom napona armature. Upravljanje istosmjernim motorom regulacijom napona uzbude. Tiristorski EMP - promjena smjera vrtnje. Antiparalelni i križni spoj. Blok šeme upravljanja istosmjernih EMP. EMP sa asinhronim motorom: ekvivalentna šema. Upravljanje asinhronim motorom promjenom napona i frekvencije statora. Upravljanje podsinhronim kaskadama (kaskada konstantne snage, kaskada konstantnog momenta). Skalarni i vektorske metode upravljanja. Energetski odnosi kod reguliranih elektromotornih pogona - vremenski tok snage, reaktivna snaga, viši harmonici, distorzija napona.

**Literatura:**

A. Hodžić: Upravljanje i regulacija elektromotornih pogona, NIK Grafit Lukavac i Univerzitet u Tuzli, Tuzla, 2012.  
B. Jurković, Elektromotorni pogoni, Školska knjiga, Zagreb, 1978.  
V. Vučković, Električni pogoni, Akademska misao, Beograd, 2002.

**Metode provjere znanja:**

Provjera znanja vrši se kroz predispitne obaveze i Završni ispit.  
Predispitne obaveze sastoje se iz jednog testa sa zadacima. Test nosi maksimalno 60 bodova i organizuje se u 15. sedmici nastave.  
Zvršni ispit se organizuje nakon odslušanog semestra i boduje se sa maksimalno 30 bodova.  
Da bi student položio ispit mora skupiti 54 boda kroz predispitne aktivnosti i Završni ispit.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE404**

**Energetika i okolina**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE201, ESKE303

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Osnovni cilj ovog modula je da studenti steknu osnovna znanja o energetici i okolini.

**Sadržaj:**

Važnost energije u razvoju civilizacije i društva. Izvori energije i njihovo korištenje. Energetsko siromaštvo. Analiza globalne energetske situacije u svijetu i okruženju korištenjem dostupnih podataka i izvještaja. Karakteristike energenata. Zemljina atmosfera. Ozonski omotač i njegov značaj za život na zemlji. Efekt globalnog zagrijavanja i emisija stakleničkih plinova. Klimatske promjene i štete u okolini. Analiza uticaja na okolinu kod proizvodnje električne energije iz TE, HE, NE i obnovljivih izvora energije i tehnologije za smanjenje emisija. Troškovi smanjenja emisija. Propisi, norme i međunarodni dogovori u zaštiti okoline. Kruti i tekući otpad iz TE. Razvoj nuklearne energetike: nuklearna fuzija i magnetohidrodinamički generator. Radioaktivni otpad i njegovo zbrinjavanje. Mjere za smanjenje zagađivanja zraka (emisije CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, sitne čestice, teški metali, itd.). Instrumenti smanjenja emisija u okolinu. Dekarbonizacija energetskog sektora. Smjerovi razvoja energetike u svijetu.

**Literatura:**

1. D. Feretić, Ž. Tomšić, D. Škanata, N. Čavlina, D. Subašić: "Elektrane i okoliš", Element, Zagreb; 2000; ISBN: 9531971277
2. J.W. Tester, E.M. Drake, M.W. Golay, M.J. Driscoll, and W.A. Peters: "Sustainable Energy: Choosing Among Options", Massachusetts Institute of Technology; 2005; ISBN: 9780262201537
3. J. A. Fay, D. Golomb: "Energy and the Environment", Oxford University Press; 2011
4. Eric Jeffs: "Greener Energy Systems Energy: Production Technologies with Minimum Environmental Impact", CRC Press, 2018, ISBN: 9781439899052
5. Roger A. Sedjo: "Surviving Global Warming: Why Eliminating Greenhouse Gases Isn't Enough", Prometheus Books, 2019, ISBN-10: 1633885283

**Metode provjere znanja:**

Test I

Samostalni rad (projektni zadatak)

Završni ispit – usmena odbrana samostalnog rada

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**ESKE207**

**Ekonomika i organizacija poslovanja u energetici**

**Uža naučna oblast predmeta:** Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** MAT1, ESKE106

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj kursa je dati široki spektar znanja iz ekonomije potrebnih studentima elektrotehnike, stavljajući poseban naglasak na procjenu i izbor investicija. Temeljna znanja iz ekonomike u energetici. Temeljna znanja o električnoj energiji kao robi i njezinoj ekonomskoj vrijednosti te tržišnom položaju.

**Sadržaj:**

Uvod u ekonomiku. Osnovne karakteristike preduzeća. Teorija proizvodnje. Teorija troškova, Dinamika troškova. Kalkulacije cijene troškova. Obračun poslovanja. Ekonomika investicija u inženjerstvu. Energetski menadžment. Osnove teorije oskudnosti (ekonomije) i primjena na energetiku. Energetska tržišta, liberalizacija i deregulacija. Organizacija tržišta električne energije. Metode ocjene isplativosti investiranja. Investiranje u proizvodnju i prijenos električne energije, u poboljšanje energetske efikasnosti kao novi izvor energije. Energetske strategije u tržišnim uslovima.

**Literatura:**

1. T. Mikac, M. Ikonić.: "Organizacija poslovnih sistema", Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2008.
2. Novak, M., Sikavica, P.: "Poslovna organizacija", Informator, Zagreb, 1999.
3. D. Kirschen, G. Strbac, "Fundamentals of Power System Economics", John Wiley and Sons, 2004, USA

**Metode provjere znanja:**

Provjera znanja se vrši pismeno, usmeno i kombinovano (pismeno + usmeno).

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**FIZ1**

**Fizika 1**

**Uža naučna oblast predmeta:** PMF

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Upoznati studente sa osnovnim zakonima fizike izraženim u vektorskom i analitičkom obliku, razvijati sposobnosti analiziranja fizičkih problema i rješavanja fizičkih zadataka, razvijati sposobnosti jasnog pismenog i usmenog opisivanja složenih fizičkih problema, razvijati sposobnosti eksperimentalnog ispitivanja pojava i obrade rezultata mjerenja.

**Sadržaj:**

Fizičke osnove kinematike. Dinamika. Gravitacija. Statika i dinamika fluida. Toplotne pojave. Termodinamika.

**Literatura:**

1. Izet Gazdić, Fizika 1, Univerzitetski udžbenik, IN SCAN d.o.o. Tuzla, Tuzla, 2014.
2. P. Kulišić, Mehanika I toplina, Školska knjiga, Zagreb, 2000.
3. V. Vučić, D. Ivanović: Fizika I, Naučna knjiga, Beograd, 1998.
4. G. Dimić, Zbirka zadataka iz fizike, Naučna knjiga, Beograd.
5. Zbirka zadataka iz fizike, R. Fazlić, H. Smailhodžić, Z. Hadžibegović, FEM, Tuzla 1995.
6. R. Fazlić, A. Kasumović Praktikum laboratorijskih vježbi iz Fizike I, Harfograf, Tuzla, 2008.

**Metode provjere znanja:**

Laboratorijske ježbe: u osmoj i petnaestoj sedmici organizuje se pismena provjera znanja iz praktično urađenih vježbi. Na LV studenti mogu osvojiti 6% od ukupne ocjene.

Parcijalni ispiti: prvi parcijalni ispit se organizuje nakon 7., a drugi nakon 14. sedmice predavanja i obuhvataju gradivo koje se ispredavalo u tom periodu.

Na I parcijalnom ispitu studenti mogu osvojiti 22%, a na drugom takođe 22%.

Na parcijalnim ispitima studenti rade računске zadatke putem testa.

Integralni pismeni ispit: organizuje se na kraju semestra za studente koji nisu položili pismeni ispit (računске zadatke) preko parcijalnih ispita. Na integralnom pismenom ispitu studenti mogu osvojiti 44%.

Završni ispit: završni ispit se organizuje nakon integralnog pismenog ispita. Na završni ispit mogu izaći studenti koji su položili pismeni ispit (najmanje 25% računajući i LV). Obuhvata teoriju iz cjelokupnog gradiva i vrednuje se sa 50%.

Ukupna ocjena se formira na sljedeći način:

Laboratorijske vježbe:	6 %
Prvi parcijalni ispit:	22%
Drugi parcijalni ispit:	22%
Završni ispit:	50%
Ukupno:	100%

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**FIZ2**

**Fizika 2**

**Uža naučna oblast predmeta:** PMF

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** FIZ1

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Sticanje znanja o osnovnim zakonima fizike koji se odnose na dinamiku fluida, oscilatorno i talasno kretanje, upoznavanje sa osnovama kvantne mehanike i osnovama nuklearne fizike. Cilj nastavnog predmeta uključuje razvoj sposobnosti analiziranja fizičkih problema i rješavanja fizičkih zadataka, razvoj sposobnosti jasnog i sažetog opisivanja složenih fizičkih problema, kao i razvoj sposobnosti eksperimentalnog ispitivanja pojava i obrade rezultata mjerenja.

**Sadržaj:**

Jednačina kontinuiteta i Bernulijeva jednačina i njihova primjena. Njutnov zakon viskoznosti. Turbulentno strujanje. Sila dinamičkog potiska. Štoksov metod određivanja koeficijenta viskoznosti. Modeli linearnog idealnog i prigušenog harmonijskog oscilatora. Prinudne oscilacije u stacionarnom režimu. Rezonancija. Transverzalni i longitudinalni talasi. Energija mehaničkog talasa. Gustina fluksa energije talasa. Intenzitet talasa. Interferencija talasa. Difrakcija talasa. Stojeći talas. Zvučni izvori. Doplerov efekat. Specijalna teorija relativnosti. Elementi kvantne mehanike. Zračenje apsolutno crnog tijela i Planckova formula. Korpuskularno-taladni dualizam elektromagnetnog zračenja. Fotoelektrični i Comptonov efekat. Bohrov i kvantno-mehanički model atoma. Fundamentalna jednačina kvantne mehanike. Struktura atomskog jezgra. Proces nuklearne fisije i nuklearni reaktori za komercijalnu proizvodnju električne energije.

**Literatura:**

S. Avdić, I. Gazdić, "Fizika II-odabrana poglavlja", Univerzitetski udžbenik, In Scan d.o.o. Tuzla, Tuzla, 2013.

V. Vučić, D. Ivanović, "Fizika", Naučna knjiga, Beograd, 1998.

M. Paić, "Gravitacija. Sile. Valovi", Školska knjiga, Zagreb, 1997.

**Metode provjere znanja:**

Testovi provjere znanja se rade sredinom semestra i na kraju semestra. Oba testa se rade u pismenoj formi. Svaki test sadrži zadatke koji se odnose isključivo na pređeno gradivo između testova. Laboratorijske vježbe su uključene u predispitne obaveze. Završni ispit je u pismenoj formi. Broj bodova za cijeli ispit (PIO+ZI): 50+50=100

**Uža naučna oblast predmeta:** PMF**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+2+0**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS**Preduslovi:****Semestar:** zimski**Ciljevi:**

Cilj kursa je da studenti steknu potrebna teoretska i praktična znanja iz algebre i linearne algebre s ciljem rješavanja sistema linearnih algebarskih jednačina, iz vektorske algebre i analitičke geometrije i njihove primjene u geometriji, da upoznaju detaljno osobine, neprekidnost, diferencijabilnost i integrabilnost realnih funkcija jedne realne promjenljive, i neke važnije primjene diferencijalnog i integralnog računa u geometriji, mehanici i nekim tehničkim disciplinama.

**Sadržaj:**

Algebra iskaza. Algebra i algebarske strukture. Polje realnih brojeva. Neki podskupovi skupa realnih brojeva. Princip potpune i nepotpune matematičke indukcije. Kompleksni brojevi, definicija, algebarski, trigonometrijski i Eulerov oblik. Operacije u skupu  $C$ . Moivreova formula. Elementi linearne algebre: algebra matrica, matrične jednačine, determinante. Sistemlinearnih jednačina, opšta teorija. Linearne forme, rang matrice, Kronecker-Capelliev stav. Elementi vektorske algebre, vektori, skalari i operacije. Vektorski prostor. Analitička geometrija u prostoru. Prava i ravan. Realne funkcije jedne promjenljive: ograničenost, monotonost i periodičnost funkcije. Granična vrijednost realne funkcije realne promjenljive. Limes funkcije. Operacije sa limesima. Egzistencija limesa složene funkcije. Neprekidnost funkcije. Neprekidne funkcije na segmentu. Diferencijalni račun realne funkcije realne promjenljive: definicija derivacije, pravila diferenciranja, geometrijsko i fizikalno tumačenje derivacije, derivacija i diferencijali višeg reda, osnovne teoreme diferencijalnog računa, L'Hospitalova pravila. Ispitivanje funkcija pomoću derivacije. Integralni račun realne funkcije realne promjenljive. Neodređeni integral. Osnovne metode integracije. Integracija racionalnih funkcija. Integracija iracionalnih funkcija. Integracija trigonometrijskih funkcija. Definicija određenog integrala. Veza određenog i neodređenog integrala. Nesvojstveni integrali. Primjena određenog integrala.

**Literatura:**

1. Ramiz Vugdalić, "Matematika 1", Tuzla 2014.
2. Ramiz Vugdalić, "Matematika – Diferencijalni i integralni račun realne funkcije jedne realne promjenljive", Teorija i zadaci, Tuzla 2009.
3. S. Drpljanin, Matematika, Tuzla, 1997.
4. Dragan Jukić, Rudolf Scitovski, "Matematika I", Osijek, 1998.
5. B. Demidovic, "Zadaci i riješeni zadaci iz više matematike s primjenom na tehnicke nauke", Tehnicka knjiga, Zagreb, 1986.
6. P. Milicic, M.Ušcumlic, "Zbirka zadataka iz Matematike I i II", Gradevinska knjiga, Beograd, 1972.

**Metode provjere znanja:**

Ocjena ispita se formira na osnovu uspjeha na dva testa u pisanoj formi (2 x 25 bodova) i završnog ispita u pisanoj ili usmenoj formi (50 bodova). Da bi položio ispit student mora na završnom ispitu ostvariti minimalno 20 bodova (od mogućih 50 bodova). Ocjena se formira na sljedeći način:

<53%	ocjena 5 (F)
54%-63%	ocjena 6 (E)
64%-73%	ocjena 7 (D)
74%-83%	ocjena 8 (C)
84%-93%	ocjena 9 (B)
94%-100%	ocjena 10 (A)

UKUPNO: 100

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**MAT2**

**Matematika 2**

**Uža naučna oblast predmeta:** PMF

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+2+0

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Nakon odslušanog kursa Matematike I i obrađenih dijelova iz linearne algebre i realnih funkcija jedne varijable, uopštava se naučeno na razmatranje realne funkcije više varijabli. Kroz granične procese, diferencijabilnost i integrabilnost funkcija više varijabli, kandidat se osposobljava za razne primjene ovog računa, u spoznavanje ponašanja ovakvih funkcija kao i razne vrste ekstremizacija.

**Sadržaj:**

Nizovi i redovi.: Realni nizovi. Definicija i osnovni pojmovi. Osobine konvergentnih nizova. Beskonačne granične vrijednosti. Monotoni nizovi. Alati za izračunavanje limesa. Podnizovi. Numerički redovi. Definicija i osobine numeričkog reda. Redovi sa pozitivnim članovima. Redovi sa proizvoljnim članovima. Funkcionalni nizovi. Definicija i osobine. Značaj uniformne konvergencije. Funkcionalni redovi. Definicija i osobine. Stepeni redovi. Maclaurinovi redovi. Metrički prostori: Metrika i osobine. Normirani prostori. Euklidovi prostori. Funkcije više promjenljivih. Granična vrijednost funkcije više promjenljivih i neprekidnost. Pojam granične vrijednosti. Simultana i uzastopna granična vrijednost. Neprekidnost funkcija više promjenljivih. Diferencijabilnost funkcija više promjenljivih. Izvod u pravcu. Parcijalni izvod i parcijalni diferencijal. Gradijent. Diferencijabilnost funkcije više promjenljivih. Izvodi višeg reda, Heseova matrica. Diferencijali višeg reda. Ekstremumi funkcije više promjenljivih. Uslovni ekstrem. Višestruki integrali. Integralne sume. Definicija višestrukog integrala. Osobine integrabilnih funkcija. Dvojni integral. Trojni integral. Jacobijeva determinanta. Smjena promjenljivih u dvojnog integralu. Smjena promjenljivih u trojnog integralu. Primjena višestrukih integrala. Krivolinijski integral: Motivacija za krivolinijski integral. Krivolinijski integral prve vrste. Krivolinijski integral druge vrste. Nezavisnost integracije od putanje. Greenova formula. Diferencijalne jednačine: Jednačina sa razdvojenim promjenljivima. Homogena jednačina. Linearna jednačina. Bernoullijeva jednačina. Jednačina totalnog diferencijala. Linearne jednačine višeg reda sa konstantnim koeficijentima.

**Literatura:**

1. N. Okičić i V. Pašić, Skripta iz oblasti: Nizovi i redovi, Funkcije više varijabli, Krivolinijski integral, Obične diferencijalne jednačine.
2. M. Merkle, "Matematička analiza Teorija", Beograd 1996.

**Metode provjere znanja:**

Ocjena ispita se formira na osnovu uspjeha na dva testa u pisanoj formi (2 x 25 bodova) i završnog ispita u pisanoj ili usmenoj formi (50 bodova). Da bi položio ispit student mora na završnom ispitu osvojiti minimalno 26 bodova (od maksimalnih 50 bodova). Ocjena se formira na sljedeći način:

<53%	ocjena 5 (F)
54%-63%	ocjena 6 (E)
64%-73%	ocjena 7 (D)
74%-83%	ocjena 8 (C)
84%-93%	ocjena 9 (B)
94%-100%	ocjena 10 (A)

UKUPNO: 100

**Uža naučna oblast predmeta:** PMF**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+2+0**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS**Preduslovi:****Semestar:** zimski**Ciljevi:**

Steći znanja iz oblasti kompleksnih funkcija kompleksne promjenljive, razviti osjećaj studenta za logičkim i vizuelnim poimanjem pojava i problema. Razumjeti fizikalne pojave i rješavati ih matematičkim modelima i vještinama, koristeći stečena znanja o laplasovoj i furierovoj transformaciji.

**Sadržaj:**

Kompleksne funkcije kompleksne promjenljive

1. Nizovi kompleksnih brojeva
2. Pojam funkcije kompleksne promjenljive. Granična vrijednost i neprekidnost
3. Pojam i osobine izvoda funkcije kompleksne promjenljive
4. Koši - Rimanovi uslovi ( Cauchy – Riemann)
5. Pojam i osobine integrala funkcije kompleksne promjenljive
6. Košijeva teorema o integralu regularne funkcije na oblasti i posljedice
7. Osnovna Košijeva integralna formula
8. Poopštena Košijeva integralna formula
9. Pojam primitivne funkcije
10. Teorema Morera
11. Teorema Liouvillea
- Redovi kompleksnih funkcija
12. Red kompleksnih brojeva. Kriteriji konvergencije
13. Pojam reda kompleksnih funkcija. Konvergencija i kriteriji konvergencije
14. Teorem o neprekidnosti za uniformno konvergentne redove
15. Teorem o integraciji za uniformno konvergentne redove
16. Teorem o regularnosti za uniformno konvergentne redove ( Weierstrass)
17. Stepni redovi u kompleksnom obliku. Konvergencija
18. Razvoj funkcije kompl. promjenljive u Tejlorov red
19. Razvoj funkcije kompl. promjenljive u Loranov red
20. Singularne tačke kompleksne funkcije. Pojam i osobine residuma
21. Košijeva teorema o residumu (ostacima)
- Fourier-ova i Laplace-ova transformacija
22. Prostori funkcija. Pojam sistema funkcija
23. Razvoj funkcije u Fourier-ov red
24. Aproksimacija trigonometrijskim polinomom
25. Kompleksni oblik Fourier-ovog reda. Pojam Fourier-ove transformacije
26. Pojam direktne Laplasove transformacije
27. Osobine Laplasove transformacije
28. Laplasova transformacija periodične funkcije
29. Inverzna Laplasova transformacija
30. Primjene Laplasove transformacije na diferencijalne jednačine
31. Primjene Laplasove transformacije na sisteme diferencijalnih jednačina
32. Primjene Laplasove transformacije na integralne jednačine

**Literatura:**

1. M. Vuković, Teorija funkcija kompleksne promjenljive, PMF Sarajevo, 2007.
2. D.S. Mitrinović, J.D. Kečkić; Matematika II, Nauka, Beograd, 1994.



3. M. Tomić, Matematika II, Svjetost Sarajevo, 1981.

4. P. M. Miličić, M. P. Uščumlić, Zbirka zadataka iz više matematike II, Naučna knjiga Beograd, 1981.

### Metode provjere znanja:

U toku semestra vrše se dvije parcijalne provjere znanja putem testova (test 1 i test 2). Test 1, nakon obrade prve polovine nastavnih sadržaja cijelog predmeta, a Test 2, nakon obrade druge polovine nastavnih sadržaja cijelog predmeta. Navedeni testovi sadrže i zadatke i teoriju i nose po 25 bodova (ukupno 50 bodova) i pripadaju u kategoriju predispitnih obaveza. Po završenom kursu studenti izlaze na završni ispit koji obuhvata cjelokupno gradivo predmeta i nosi ukupno 45 bodova. Na prisustvo student može dobiti najviše 5 bodova. Predmet se smatra položenim ako student ukupno ima više od 53 boda.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI001**

**Osnovi računarstva**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Steći osnovno znanje iz brojnih sistema, Bulove algebre, IEEE aritmetike, operativnih sistema i programskih jezika nižeg nivoa.

**Sadržaj:**

Istorijat i razvoj računarske tehnike i tehnologije: Nastanak i razvoj računara. Teoretski i praktični preduvjeti razvoja računara. Osnovne karakteristike i mogućnost primjene. Generacije računara.

Arhitektura i aritmetičko-logičke osnove računara: Bulova algebra. Logičke funkcije i operacije. Brojni sistemi. Binarni kodovi. Logička kola. Projektovanje i minimizacija sekvencijalnih kola. Memorijski registri. Organizacija hardvera računarskih sistema. IEEE aritmetika

Operativni sistemi: Pojam operativnog sistema. Istorijat operativnih sistema. Osnovne komponente operativnih sistema. Operativni sistemi DOS i Windows.

Programski jezici: Programski jezici nižeg nivoa. Asembler. Programski jezici višeg nivoa.

**Literatura:**

Nermin Sarajlić, Amira Šerifović-Trbalić: Osnovi računarstva, Tuzla 2015.

U. Peruško: Digitalna elektronika, Školska knjiga, Zagreb 2005.

Z. Salčić: Mikroracunarski sistemi (arhitektura, programiranje, primjena), Svjetlost Sarajevo, 1982.

B. Đorđević, D. Pleskonjić, N. Maček: Operativni sistemi (Teorija, praksa i rešeni zadaci) Mikroknjiga 2005.

IEEE Arithmetics Standards

V. Čerić: Poslovno računarstvo, Znak, Zagreb, 1998.

N. Sarajlić, E. Skejić, A. Šerifović-Trbalić: Osnovi računarstva Zbirka riješenih zadataka, Tuzla, 2010.

**Metode provjere znanja:**

1. Pismeni dio

2. Završni ispit

Pismeni dio

Tokom semestra studenti će imati tri testa na kojima će rješavati zadatke vezane za određene oblasti.

Testovi će biti obavljani nakon realizacije predviđenih predavanja i auditornih vježbi.

Završni ispit

Nakon završetka kursa studenti koji su dobili potpis imaju pravo izaći na završni ispit. Završni ispit se organizuje prema kalendaru završnih ispita kojeg usvoji Senat Univerziteta u Tuzli na početku školske godine.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI101**

**Osnovi programiranja**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI001

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Naučiti programirati korištenjem C programskog jezika.

**Sadržaj:**

Osnove programiranja – C programski jezik: Apstraktni algoritmi, pojam kompajlera i intepretera. Tipovi podataka, operatori i izrazi. Kontrola toka programa (If, If-Else, Switch, Break, Goto naredbe i Labele). Kontrola toka programa (For, While, Do-While petlje, Continue naredba).

Funkcije i struktura programa (prijenos argumenta u funkcije pomoću vrijednosti i adrese, povratne vrijednosti funkcija, lokalne varijable, eksterne varijable, statičke varijable) Rekurzija.

Pokazivači, nizovi (Jedno i višedimenzionalni nizovi podataka). Pokazivači i adrese. Pokazivači i nizovi. Pokazivači na pokazivače. Pokazivači, nizovi i funkcije. Pokazivači na funkcije.

Dinamičko alociranje memorije. Korisnički definirani tipovi podataka (strukture, strukture i funkcije) nizovi struktura, pokazivači na strukture, typedef naredba, unije.

Upravljanje datotekama (formatirane, neformatirane datoteke). Sekvencijalne i direktne datoteke.

**Literatura:**

N. Prljača, M. Glavić: Programiranje u C programskom jeziku, Fakultet elektrotehnike u Tuzli, Tuzla, 2000.

B. Kernighan, D. Ritchie: The C programming language, Prentice Hall (prijevod), Naučna knjiga, Beograd, 1989.

N. Sarajlić, E. Skejić, E. Pjanić, A. Šerifović: Zbirka riješenih zadataka iz C programskog jezika, Univerzitet u Tuzli, 2005.

**Metode provjere znanja:**

1. Pismeni dio

2. Završni ispit

Pismeni dio

Tokom semestra studenti će imati tri testa na kojima će rješavati zadatke vezane za određene oblasti.

Testovi će biti obavljeni nakon realizacije predviđenih predavanja i auditornih vježbi.

Završni ispit

Nakon završetka kursa studenti koji su dobili potpis imaju pravo izaći na završni ispit. Završni ispit se organizuje tri puta u školskoj godini (u formi Završni ispit, Popravni završni ispit i Dodatni popravni završni ispit) prema kalendaru završnih ispita kojeg usvoji Senat Univerziteta u Tuzli na početku školske godine.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI201**

**Arhitektura računara**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI101

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Po završetku kursa, studenti će: razumjeti organizaciju računara a naročito ulogu i funkcionisanje CPU-a, perifernih jedinica i različitih tipova memorija, moći da pišu programe u MIPS asembli jeziku, kao i da razumiju način na koji se programi napisani u jeziku visokog nivoa, kao što je programski jezik C, prevode u mašinske instrukcije za MIPS procesor.

**Sadržaj:**

Arhitektura računara uvod. Programiranje u MIPS asembli jeziku. Aritmetika, cijeli i realni brojevi. Datapath i kontrolna jedinica. Generiranje binarnog objektnog koda. Uvezivanje objektnog koda. Jedno-ciklusna i više-ciklusna implementacija CPU-a. Cjevovod. Memorija, registri i keš. U/I: Prekidi.

**Literatura:**

A. Hasanović, E. Pjanić, S. Fehrić, MIPS procesor iz perspektive GNU asemblera, Hamidović, 2015  
D.A. Patterson, J.L. Hennessy, Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface, Morgan Kaufmann

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra, kroz testove i kontrolnu zadaća, te završnim ispitom. Završni ispit je pismeni ispit koji se sastoji od pitanja vezanih za cjelokupan sadržaj kursa, sa akcentom na oblasti koje nisu obuhvaćene testovima tokom semestra.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI202**

**Objektno orijentirano programiranje**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI101

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Po završetku kursa, studenti će imati praktično znanje C++ programskog jezika, skupa sa bitnim dijelovima standardne biblioteke, te moći koristiti objektno orijentirane tehnike za kreiranje jednostavnih programa.

**Sadržaj:**

C++ osnove. Standardna biblioteka: kontejneri, iteratori i algoritmi. Generičke funkcije. Reference. Pointeri. Menadžment memorijom. Klase i strukture (članovi, metodi, enkapsulacija). Generičke klase. Nasljeđivanje i dinamičko vezivanje.

**Literatura:**

A. Koenig and B. E. Moo, Accelerated C++ Practical Programming by Example, Addison Wesley, 2000.  
B. Stroustrup, The C++ Programming Language, Addison Wesley, 1997.  
S. B. Lippman, J. Lajoie, B. E. Moo, C++ Primer, Addison Wesley, 2005.

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra, kroz testove i kontrolnu zadaća, te završnim ispitom. Završni ispit je pismeni ispit koji se sastoji od pitanja vezanih za cjelokupan sadržaj kursa, sa akcentom na oblasti koje nisu obuhvaćene testovima tokom semestra.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI203**

## Uvod u računarske algoritme

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI101

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Po završetku kursa, studenti će: moći analizirati asimptotsku složenost algoritama, poznavati osnovne algoritme u računarstvu i moći kreirati efikasne algoritme za probleme iz domena inženjerstva.

**Sadržaj:**

Matematičke osnove računarskih algoritama. Matematička indukcija. Rekurzija. Asimptotska analiza složenosti algoritama. Master teorema. Pretraživanje: sekvencijalno, binarno, raspršeno (hash) pretraživanje. Pretraživanje teksta. Sortiranje: selekcijom, insertovanjem, bubble sort, quick sort, shell sort, merge sort, heap sort. Hash fukcije. Dinamičko programiranje. Pohlepni algoritmi.

**Literatura:**

Cormen, Leiserson, Rivest, and Stein: Introduction to Algorithms, MIT Press, 2009.

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra, kroz testove i kontrolu zadaća, te završnim ispitom. Završni ispit je pismeni ispit koji se sastoji od pitanja vezanih za cjelokupan sadržaj kursa, sa akcentom na oblasti koje nisu obuhvaćene testovima tokom semestra.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI204**

## Windows programiranje

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI101

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Po završetku kursa, studenti će:

- imati osnovno razumijevanje funkcionisanja Windows operativnog sistema i Win32 API,
- moći kreirati Windows programe sa grafičkim sučeljem, na nivou Win32 API.

**Sadržaj:**

Microsoft Windows OS: osnove, prozori i poruke. Osnovna struktura MS Windows programa. Abstraktni interface za grafiku, GDI. Boje i grafički primitivi: linije, pravugaonici, elipse, poligoni. Grafički objekti: četkice i olovke. Bitmapirana grafika i bafering. Rad sa ulaznim jedinicama miš, tastatura. Timer. Korisničke, standardne i common kontrole: button, static, listbox, edit, progress bar. Resursi: ikone, kursori, tekst, meniji akceleratori. Modalni i nedomodalni dijalozi. Windows multimedija. Ugradnja u aplikaciju podrške za Sqlite bazu podataka. Kreiranje programa sa više niti izvođenja.

**Literatura:**

C.Petzold, "Programming Windows", 5th Ed, Microsoft Press, 1998

B.E.Rector, J.M.Newcomer, "Win32 Programming", Addison Wesley, 1997

### Metode provjere znanja:

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra (zadaće, testovi, kvizovi), te završnog projekta. Završni projekat se brani u terminu završnog ispita.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI205**

**Računarska grafika**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI101

**Semestar:** ljetni

#### Ciljevi:

Ovaj predmet daje uvod u teoretske i praktične koncepte računarske grafike. Podrazumijeva se da student dobro poznaje programiranje u C/C++ programskom jeziku i da ima odgovarajuće matematičko predznanje iz oblasti analitičke geometrije i linearne algebre. Predmet omogućava i razvoj programerskih vještina u računarskoj grafici kroz samostalnu izradu zadaća/završnog projekta iz programiranja u OpenGL-u.

#### Sadržaj:

Hardverske i softverske komponente grafičkih sistema. Izlazne primitive. 2D i 3D geometrijske transformacije. 2D gledanje: cjevovod gledanja, odsijecanje, culling. 3D gledanje: cjevovod gledanja, parametri gledanja, transformacije pogleda, projekcije, odsijecanje, detekcija vidljivih površina. Modeli lokalne iluminacije. Preslikavanje teksture. Krive i zakrivljene površine. OpenGL API.

#### Literatura:

Donald Hearn, M. Pauline Baker. Computer Graphics with OpenGL (4th Edition). Pearson, 2010.

Samuel R. Buss. 3-D Computer Graphics: A Mathematical Introduction with OpenGL. Cambridge University Press, 2003.

J. D. Foley, "Introduction to Computer Graphics", Addison-Wesley, 1995.

#### Metode provjere znanja:

Ispit se polaže pismeno. Konačna ocjena iz predmeta se formira na osnovu bodova ostvarenih iz zadaća, pismenog ispita i završnog projekta.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI206**

**Primjena inženjerskih softverskih paketa**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI101

**Semestar:** ljetni

#### Ciljevi:

Cilj kursa je upoznati studente sa nekim od raspoloživih programskih paketa za analizu i rješavanje inženjerskih problema. Po završetku kursa, studenti će biti osposobljeni da primijene razmatrani inženjerski softverski paket za rješavanje problema iz raznih inženjerskih područja.

#### Sadržaj:

Pregled inženjerskih softverskih paketa (ISP): Matlab, Octave, Scilab. Osnove ISP: varijable, skripte, funkcije, kontrola toka programa, operatori. Vektori, matrice, ćelije, strukture i vektorizirane operacije. Primjena ISP-a: simbolički račun, 2D i 3D grafika, kreiranje grafičkog korisničkog interfejsa, numeričke

metode u rješavanju linearnih i nelinearnih jednačina, simulacija dinamičkih sistema, numeričko i simboličko rješavanje električnih krugova. Eksterni interfejsi/API.

**Literatura:**

William J. Palm III, Introduction to MATLAB 7 for Engineers, McGraw-Hill, 2005.

A. Quarteroni and F. Saleri, "Scientific Computing with MATLAB and Octave", 2nd Ed., Springer, 2006.

S. Campbell, J. Chancellor and R. Nikoukhah, "Modeling and Simulation in Scilab/Scicos", Springer, 2006.

**Metode provjere znanja:**

Ispit se polaže pismeno. Konačna ocjena iz predmeta se formira na osnovu bodova ostvarenih iz zadaća, pismenog međuispita i završnog ispita.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI207**

**Baze podataka**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI101

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Ciljevi kursa su da studenti nauče osnove baza podataka, dizajna baze podataka, SQL i osnovne principe zaštite baza podataka. Na kraju semestra/kursa uspješni studenti, koji su tokom čitavog nastavnog perioda kontinuirano obavljali svoje obaveze, će biti osposobljeni da: znaju osnovnu teoriju baza podataka, relacijsku algebru i upitni jezik SQL, da dizajniraju srednje složene modele baza podataka, da postavljaju srednje složene upite u bazu podataka, da poznaju osnovne pojmove vezane uz zaštitu baza podataka, da mogu kreirati jednostavne okidače i pohranjene procedure.

**Sadržaj:**

Uvod u baze podataka, sistem za upravljanje bazom podataka. Modeli podataka. Relacioni model, relaciona algebra, SQL, relacioni sistemi za upravljanje bazama podataka. Fizička organizacija baze podataka. Zaštita integriteta baze podataka. Transakcije, kontrola paralelnog pristupa, zaključavanje. Sigurnost, autorizacija, zaštita od neovlaštenog pristupa. Okidači i pohranjene procedure. Obnova baze podataka u slučaju razrušenja. Model entiteti-veze. Dizajn ER modela baze podataka.

**Literatura:**

M. Varga: Baze podataka (konceptualno, logičko i fizičko modeliranje podataka), DRIP, Zagreb, 1994.

A. Silberschatz, H.F. Korth, S. Sudarshan: Database System Concepts, Fourth Edition, McGraw-Hill, 2001.

H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom: Database Systems: The Complete Book, Prentice-Hall Inc., 2001.

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinualnom provjerom znanja tokom semestra, kroz testove i kontrolnu zadaću (međuispit), te završnim ispitom. Završni ispit je pismeni ispit koji se sastoji od pitanja vezanih za cjelokupan sadržaj kursa, sa akcentom na oblasti koje nisu obuhvaćene međuispitom.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI301**

## **Strukture podataka**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI202

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Nakon završetka kursa studenti će:

- poznavati različite konfiguracije u kojim se podaci mogu pohraniti za obradu na računaru,
- poznavati metodologije za efikasnu pretragu, sortiranje i manipulisanje ovih podataka.

**Sadržaj:**

Osnovni tipovi podataka. Jednostavne i složene strukture podataka. Statičke i dinamičke strukture podataka. Pojam apstraktnog tipa podataka (ATP). ATP niz, ATP lista i njihove implementacije. Složenost i ocjena složenosti operacija nad strukturama podataka. Liste, jednostruko povezane, dvostruko povezane, cirkularne. Redovi, prioritetni redovi. Stek. Skupovi. Rekurzivne strukture i algoritmi. Stabla: binarna, uravnotežena. Grafovi, strukture podataka za grafove, osnovni algoritmi sa grafovima.

**Literatura:**

D.S. Malik, "Data Structures Using C++", Second Edition, Course Technology, 2010

R.Sedgewick, "Algorithms in C++, Parts 1-4: Fundamentals, Data Structure, Sorting, Searching", Third Edition, Addison-Wesley, 1998

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra (zadace, testovi), te završnim ispitom. Završni ispit je pismeni ispit koji se sastoji od pitanja vezanih za cjelokupan sadržaj kursa, sa akcentom na oblasti koje nisu obuhvaćene testovima tokom semestra.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI302**

## **Razvoj softvera**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI207, RI202

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Po završetku kursa, studenti će: moći razvijati programe za Java platformu, biti upoznati sa dijelovima UML notacije dijagrama klasa i sekvenci, razumjeti koncept dizajn uzoraka, poznavati metodologije za razvoj, dizajn i testiranje softvera, te moći primjenjivati objektno-relaciono mapiranje za komunikaciju sa bazama podataka na bazi JPA2 specifikacije.

**Sadržaj:**

Java za C++ programere: JVM uvod, primitivni tipovi, klase, interfejsi, paketi, tretiranje iznimki, generičke klase. Testiranje softvera. Jedinično testiranje. UML notacija: dijagrami klasa, sekvenci, objekata, paketa, komponenti, aktivnosti. Klasične i agilne metodologije razvoja softvera. Uzorci softverskog dizajna: singleton, template, adapter, factory, composite, visitor, decorator. Objektno-relaciono mapiranje: JPA2, Refaktoriranje koda.

**Literatura:**

- C. Larman, Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development, 3 ed., Addison Wesley, 2004.  
M. Fowler, UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language, 3 ed, Addison Wesley, 2003.  
E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides, Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison Wesley, 1997.

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra, kroz testove i kontrolu zadaća, te završnim ispitom. Završni ispit je pismeni ispit koji se sastoji od pitanja vezanih za cjelokupan sadržaj kursa, sa akcentom na oblasti koje nisu obuhvaćene testovima tokom semestra.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI401**

**Operativni sistemi**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI201, RI301

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Po završetku kursa, studenti će: poznavati koncepte koji se koriste za dizajn i funkcioniranje operativnih sistema, naučiti principe implementacije bitnih OS pojmova kao što su niti, procesi, sinhronizacijski primitivi, te razumjeti principe protekcije programa upotrebom različitih mehanizama virtuelne memorije.

**Sadržaj:**

Operativni sistemi istorija, servisi i struktura. Paralelno izvođenje programa: procesi i niti. Sinhronizacija, brave, semafori, uslovne varijable. Proizvođači i potrošači, čitači i pisaci. Zastoji. Koordancija niti i procesa.

Protekcija: virtuelna memorija, segmentacija, dijeljenje na stranice. Alokacija i zamjena stranica, keširanje i TLB. Fajl sistemi i disk menadžment.

**Literatura:**

- A. Hasanović, Principi operativnih sistema kroz analizu XV6 koda, Hamidović, 2015.  
A. Silberschatz, P. B. Galvin and G. Gagne, Operating System Concepts, John Wiley and Sons, 2005.  
A. Tanenbaum, Modern Operating Systems, Prantice Hall, 2001.

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra, kroz testove i kontrolu zadaća, te završnim ispitom. Završni ispit je pismeni ispit koji se sastoji od pitanja vezanih za cjelokupan sadržaj kursa, sa akcentom na oblasti koje nisu obuhvaćene testovima tokom semestra.

---



Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**R1402**

**Dizajn kompajlera**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI201, RI301

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Po završetku kursa, studenti će:

- biti u stanju da razumiju teorijske i praktične temelje kompajlera (prevodioca), a naročito faze leksičke analize, parsiranja i generisanja koda
- biti u stanju dizajnirati kompajler za jednostavni programski jezik.

**Sadržaj:**

Osnove programskih jezika. Struktura kompajlera. Leksička analiza. Regularni izrazi i jezici. Automati sa konačnim brojem stanja. Parsiranje. Sintaksna analiza. Sintaksna stabla. Alati za generisanje leksera i parsera. Analiza kontrolnog toka. Analiza toka podataka. Organizacija okruženja pri izvršavanju programa. Generisanje koda.

**Literatura:**

A. Aho, R. Sethi, J. Ullman, "Compilers: principles, techniques, and tools", 2nd ed., Pearson Education, 2006

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra (zadace, projekat, testovi), te završnim ispitom. Završni ispit je pismeni ispit koji se sastoji od pitanja vezanih za cjelokupan sadržaj kursa, sa akcentom na oblasti koje nisu obuhvaćene testovima tokom semestra.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**R1403**

**Funkcionalno programiranje**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI301

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Nakon završenog kursa, studenti će:

- poznavati tehnike za pisanje programa u deklarativnoj formi uz upotrebu nepromjenjivih struktura podataka (immutable data),
- biti sposobni da modeliraju jednostavne i umjereno komplikovane domene upotrebom funkcionalnih tipova,
- savladati principe implementacije programske logike definiranjem i kompozicijom čistih funkcija,
- znati eksplicitno tretirati nečiste proračune,
- savladati osnovne aspekte funkcionalnih programskih jezika Haskell ili F#.

**Sadržaj:**

- Izrazi, tipovi i vrijednosti
- Liste i operacije na listama
- Rekurzivne funkcije

- Dekompozicija vrijednosti i podudaranje uzoraka (pattern matching)
- Parcijalna aplikacija i currying
- Funkcije višeg reda
- Kompozicija funkcija
- Polimorfne funkcije
- Polimorfni tipovi
- Rekurzivni tipovi
- Moduli
- Lambda izrazi
- Tretman nedeterminističnog proračuna.

#### Literatura:

1. Graham Hutton, "Programming in Haskell", Cambridge University Press, 2016
2. Michael R. Hansen, Hans Rischel, "Functional programming using F#", Cambridge University Press, 2013

#### Metode provjere znanja:

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra (zadaci, testovi), te završnim ispitom. Završni ispit je pismeni ispit koji se sastoji od pitanja vezanih za cjelokupan sadržaj kursa, sa akcentom na oblasti koje nisu obuhvaćene testovima tokom semestra.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI501**

**Računarske mreže**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI401

**Semestar:** ljetni

#### Ciljevi:

Po završetku kursa, studenti će naučiti principe funkcioniranja računarskih mreža, kao i Internet arhitekturu i protokole na svim mrežnim slojevima. Studenti će moći kreirati mrežne aplikacije na bazi BSD soketa.

#### Sadržaj:

Računarske mreže i Internet, Aplikacioni sloj: HTTP, FTP, SMTP i DNS. Soketi. Transportni sloj: UDP i TCP. Mrežni sloj: usmjeravanje, modeliranje, analiza i performanse. Podatkovni sloj.

#### Literatura:

J. F. Kurose and K. W. Ross, Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet, Addison Wesley, 2001.

A.S.Tanenbaum, Computer Networks, Prentice-Hall, 2003.

#### Metode provjere znanja:

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra, kroz testove i kontrolu zadataka, te završnim ispitom. Završni ispit je pismeni ispit koji se sastoji od pitanja vezanih za cjelokupan sadržaj kursa, sa akcentom na oblasti koje nisu obuhvaćene testovima tokom semestra.

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI401

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Po završetku kursa, studenti će:

- ovladati svima aspektima upravljanja, konfiguracije i rada UNIX operativnih sistema,
- upoznati najčešće korištene sistemske pozive modernih UNIX kernela,
- savladati koncepte konkurentnog programiranja na nivou procesa i niti, uključujući probleme komunikacije i sinhronizacije.
- naučiti metodologije za automatsko upravljanje resursima u programima i postizanje sigurnosti spram iznimki (RAII i exception safety).

**Sadržaj:**

- Unix osnovni koncepti
- Fajl sistem objekti, deskriptori i fizička organizacija fajl sistema
- Unix kredencije, autorizacija i autentifikacija
- Bitni sistemski pozivi za manipulaciju fajl sistem objektima
- Komunikacija sa vanjskim uređajima sa fokusom na terminal
- Unix sesije i kontrola poslova
- Procesiranje i generiranje signala
- Komunikacija između procesa kroz pipe i fifo
- IO multipleksiranje
- Poređenje iznimki (C++) i kodova greške (UNIX C) za tretman parcijalnih funkcija
- C++ tehnike za menadžment resursima (RAII)
- C++ pametni pointeri (unique\_ptr i shared\_ptr)
- C++ primitivi za paralelizam u programima na nivou niti: thread, mutex, lock\_guard, unique\_lock, condition\_variable, atomic, async, future
- Različite C++ implementacije thread pool-a

**Literatura:**

K.A. Robbins, S. Robbins, "UNIX Systems Programming: Communication, Concurrency and Threads", Prentice Hall, 2003

M. Kerrisk, "The Linux Programming Interface", No Starch Press, 2010

A. Williams, "C++ Concurrency in Action", Manning Publications, 2012

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra (zadaci, testovi), te završnim ispitom. Završni ispit je pismeni ispit koji se sastoji od pitanja vezanih za cjelokupan sadržaj kursa, sa aakcentom na oblasti koje nisu obuhvaćene testovima tokom semestra.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**RI601**

**Razvoj web aplikacija**

**Uža naučna oblast predmeta:** Računarstvo i informatika

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK001, RI302, RI501

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Po završetku kursa, studenti će biti u stanju da:

- razumiju koncepte i tehnologije za razvoj Web aplikacija,
- kreiraju jednostavne Web aplikacije bazirane na CGI, Java Servlet i JSP tehnologijama,
- kreiraju jednostavne Web aplikacije bazirane na bazama podataka,
- kreiraju jednostavne interaktivne Web aplikacije korištenjem Ajax i WebSockets tehnologija.

**Sadržaj:**

HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Pregled različitih Web tehnologija. Evolucija Web aplikacija. Koncepti programiranja serverskih i klijentskih strana aplikacije. Koncepti CGI (Common Gateway Interface) programiranja. Java servleti. Java servlet kontejner. Životni ciklusi servleta. Java Servlets API. Cookie objekti. Sesije. Filteri. Web aplikacije bazirane na bazama podataka. Java Server Pages. Model-View-Controller arhitektura. Uvod u JavaScript. AJAX (Asynchronous JavaScript and XML). Web sockets.

**Literatura:**

M. Hall, L. Brown, "Core Servlets and JavaServer Pages", 2nd ed., Prentice Hall, 2004

**Metode provjere znanja:**

Konačna ocjena formira se na osnovu bodova ostvarenih kontinuiranom provjerom znanja tokom semestra (zadace, testovi), te završnog projekta. Završni projekat se brani u terminu završnog ispita.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK001**

**Tehnologije za podršku tehničkom pisanju**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 60

**Broj ECTS kredita:** 5 ECTS

**Preduslovi:**

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Kurs ima za cilj studentima prezentirati principe izrade dokumenata na bazi odvajanja sadržaja od forme prezentacije.

**Sadržaj:**

Princip separacije sadržaja i forme. Koncept markup jezika. . HTML struktura dokumenta, elementi, atributi, stilovi, slike, audio, video, tabele, liste, forme. CSS stiliziranje i sintaksa. Osnove skriptnog jezika JavaScript: varijable, operatori, tipovi podataka, nizovi, objekti, funkcije, događaji, obrasci. Uključivanje JavaScript i CSS u HTML. Latex priprema dokumenata, PDF, PS priprema dokumenata.

**Literatura:**

J.D. Gauchat, "HTML5, CSS3 i JavaScript", Mikro knjiga, 2014.

Helmut Kopka and Patrick W. Daly, "A Guide to LaTeX: Tools and Techniques for Computer Typesetting", Addison Wesley, 2003.

Leslie Lamport, "LaTeX: A Document Preparation System", Addison-Wesley, 1994.

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (60%)

1. Zadaća LateX (35%)

2. Projekat HTML+CSS+JavaScript (25%)

Završni ispit (40%)

Studenti u pismenoj formi odgovaraju na teorijska pitanja i rješavaju zadatke iz obrađenog sadržaja kursa. (40%)

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK003****Telekomunikacijski protokoli****Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS**Preduslovi:****Semestar:** zimski**Ciljevi:**

Kurs ima za cilj studente upoznati sa načelima i metodama prenošenja informacija putem telekomunikacijskog sistema, značajem komunikacijskih protokola, postupcima oblikovanja, formalne specifikacije i verifikacije, te analize i sinteze protokola, te ih upoznati sa najvažnijim komunikacijskim protokolima.

**Sadržaj:**

Teorijski modeli komunikacije i koordinacije u mreži. Komunikacijski protokoli: izmjena informacijskih jedinica, upravljanje komunikacijom, kontrola toka, kontrola pogrešaka. Model komunikacijskog protokola, postupci analize i sinteze, struktura i funkcije komunikacijskih protokola. Formalne metode modeliranja komunikacijskih protokola. Referentni model protokola ISO-OSI. TCP/IP model. Komunikacijski protokoli u IP mrežama. Signalizacijski protokoli. Protokoli za prijenos multimedijjskih podataka.

**Literatura:**

P.Venkataram, S.S.Manvi, B.S. Babu, Communication Protocol Engineering, 2014.

A.Rivas, The OSI Model for Network Engineers: Improve Your Network Troubleshooting, 2015

D.E.Commer, D.L.Stevens, Internetworking with TCP/IP Vol. I, II, III, 2001

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (70%): Zadaće (10%), Testovi I i II (50%), Seminarski rad (10%)

Završni ispit (30%)

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK101****Signali i sistemi****Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS**Preduslovi:** MAT1**Semestar:** zimski**Ciljevi:**

Steći znanje o osnovnim signalima, lineranim vremenski-invarijantnim sistemima i transformacijama koje se koriste u analizi signala i sistema.

**Sadržaj:**

Klasifikacija signala. Klasifikacija sistema. Osobine sistema. Osnovni signali. Osnovne operacije na signalima. Linearni vremenski-invarijantni (LTI) sistemi. Impulsni odziv. Konvolucija. Ostale osobine LTI sistema. Sistemi opisani linearnim diferencijalnim jednačinama. Laplacova transformacija. Oblast konvergencije. Osobine LT. Prenosna funkcija. Osobine sistema u s-domenu. Inverzna Laplaceova transformacija. Fourierovi redovi. Osobine. Amplitudna i fazna karakteristika. Fourierova transformacija. Osobine. Frekventni odziv. Teorem o uzorkovanju. Rekonstrukcija signala. Opis vremenski-diskretnih LTI sistema. Konvolucionna suma. Kružna konvolucija.

**Literatura:**

Suljanović, Mujčić, Hasanović, "Signali i sistemi", Hamidović, 2010.  
Asmir Gogić, Tea Hasanović, Alma Šećerbegović, Aljo Mujčić, Nermin Suljanović, "Signali i sistemi: Zbirka riješenih problema", Offset, 2020.  
Oppenheim et al, "Signals and Systems", 2th ed., Prentice-Hall, 1996.  
S. Haykin, "Signals and Systems", 4th ed., John Wiley&Sons, 2002.

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti, koje uključuju dva testa u toku semestra, nose 50 bodova. Završni ispit - test, nosi 50 bodova.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK102**

**Osnovi elektronike**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** ESKE001

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj kursa je da studenti nauče princip rada osnovnih elektronskih komponenata i modelovanje istih u cilju proračuna u elektronskim kolima. Studenti treba da teorijski ovladaju i praktično budu osposobljeni za snimanje statičkih karakteristika poluprovodničkih dioda i tranzistora. Drugi primarni cilj je primjena poluprovodničkih komponenata i projektovanje kola sa obrađenim elektronskim komponentama.

**Sadržaj:**

Fizika poluprovodnika. Čisti i primjesni poluprovodnici. Dioda. Projektovanje i analiza kola sa diodama. Bipolarni tranzistori: konstrukcija, karakteristike, jednosmjerna analiza, naizmjenična analiza, konfiguracije pojačavača i frekvencijski odziv. Tranzistori s efektom polja: konstrukcija, karakteristike, jednosmjerna analiza, naizmjenična analiza, konfiguracije pojačavača i frekvencijski odziv. Diferencijalni pojačavači. Višestepeni pojačavači. Pojačavači snage. Pojačavači s povratnom vezom.

**Literatura:**

Aljo Mujčić, Edin Mujčić, Nermin Suljanović, Osnovi elektronike, Izdavačka kuća Hamidović, Tuzla, 2015.  
Alma Šećerbegović, Demir Mahmutović, Tea Hasanović, Nermin Suljanović, Aljo Mujčić, Osnovi elektronike: zbirka riješenih problema, Izdavačka kuća Off-set, Tuzla, 2015.  
T. E. Price, Analog Electronics, Prentice Hall, 1997.  
D. Milatović: Osnove elektronike, Svjetlost, Sarajevo 1995

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (50 %): Test br. 1 (25%), Test br. 2 (25 %)

Završni ispit

Studenti u pismenoj formi odgovaraju na teorijska pitanja i rješavaju zadatke iz obrađenog sadržaja kursa. (50 %)

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK105**

**Modeliranje i analiza podataka**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** MAT1

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Cilj kursa je steći osnovna znanja u domenu semantičkog modeliranja podataka, formata za razmjenu podataka i metoda analize podataka baziranih na teoriji vjerovatnoće i mašinskom učenju.

**Sadržaj:**

Semantička interoperabilnost sistema. Semantičko modeliranje podataka. Elementi semantičkog modeliranja. Razvoj semantičkog modela u UML-u. Formati za razmjenu podataka (XML, RDF). Prelaz od UML modela do XML sheme. Uvod u analizu podataka. Deskriptivna statistika. Analiza kvaliteta podataka (nedostajući podaci, nekonzistentni podaci, redundantni podaci, šum). Osnovne metode grupiranja podataka (clustering). Osnovne metode za predikciju, kao što su regresija, model stabla i slično.

**Literatura:**

Panos Alexopoulos, Semantic Modeling for Data, Avoiding Pitfalls and Breaking Dilemmas, O'Reilly, 2020.

D. Allemang, J. Hendler, F. Gandon. Semantic Web for the Working Ontologist Effective Modeling for Linked Data, RDFS, and OWL, ACM, 2020.

J. M. Moreira, A. C. P. L. F. de Carvalho, T. Horváth. A General Introduction to Data Analytics, Wiley, 2019.

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti iznose 60% i uključuje test (30%) i dvije zadaće (30%). Završni ispit u formi testa iznosi 40%.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK201**

**Statistička teorija telekomunikacija**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK101

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Steći znanja u domenu teorije vjerovatnoće i statistike potrebna za analizu i projektovanje digitalnih telekomunikacijskih sistema, kao i za analizu podataka.

**Sadržaj:**

Slučajni eksperiment. Osnovni aksiomi vjerovatnoće. Statistička nezavisnost. Uslovna vjerovatnoća. Teorem o ukupnoj vjerovatnoći. Slučajnapromjenljiva. Funkcija raspodjele vjerovatnoće. Momenti. Funkcija vjerovatnoće dvije ili više slučajnih promjenljivih. Kontinualne raspodjele (uniformna, normalna, log-normalna, Rayleighijeva). Diskretne raspodjele (uniformna, binomna, geometrijska, negativna binomna, Poissonova). Slučajni procesi. Slučajni signali. Stacionarnost. Autokorelaciona funkcija. Ergodičnost. Spektralna gustina snage. Odziv LTI sistema na slučajnesignale. Metod najveće vjerodostojnosti.

**Literatura:**

N. Suljanović, A. Gogić, A. Mujčić, "Statistička teorija telekomunikacija", Izdavačka kuća Hamidović, Tuzla, 2015.

Douglas C. Montgomery, "Applied Statistics and Probability for Engineers", John Wiley & Sons, Inc, 2003.

T.T. Soong, "Fundamentals of Probability and Statistics for Engineers", John Wiley & Sons, Inc, 2004.

#### **Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti, koje uključuju test na sredini semestra i dvije zadaće, nose 50 bodova. Završni ispit - test, nosi 50 bodova.

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK202**

**Analogna integrisana elektronika**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK102, ESKE001

**Semestar:** ljetni

#### **Ciljevi:**

Kurs ima za cilj studentima prezentirati teorijska i praktična znanja u oblasti analize elektronskih sklopova s linearnim integrisanim sklopovima i rješavanja analognih integrisanih uređaja i sistema koristeći matematičke koncepte i simulacione alate.

#### **Sadržaj:**

Podjela elektronskih kola po funkciji i načinu gradnje. Operacioni pojačavači. Realizacija linearnih operacija primjenom operacionih pojačavača. Realizacija nelinearnih karakteristika primjenom operacionih pojačavača. Generatori talasnih oblika. Aktivni filteri. Izvori referentnih napona i struja. Analogno/Digitalni interfejsi.

#### **Literatura:**

Aljo Mujčić, Nermin Suljanović, Matej Zajc, Sklopovi sa linearnim integrisanim kolima, Izdavačka kuća Hamidović, Tuzla, 2015.

T. E. Price, Analog Electronics, Prentice Hall, 1997.

T. Brodić, Analogna integrisana elektronika, Svjetlost Sarajevo, 1989

A.S. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits, 7th ed. Oxford University Press, 2014

P.Biljanović, Elektronički sklopovi, Školska knjiga, Zagreb, 1995

P. R. Gray, P. J. Hurst, S. H. Lewis, R. G. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, John Wiley & Sons

#### **Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (50%)

1. Test br. 1 (25%)

2. Test na polovini semestra (25%)

Završni ispit

Studenti u pismenoj formi odgovaraju na teorijska pitanja i rješavaju zadatke iz obrađenog sadržaja kursa. (50%)



Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK203**

**Osnovi telekomunikacija**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK101

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Savladati osnovne tehnike prijenosa analognih/digitalnih signala.

**Sadržaj:**

Osnovne komponente telekomunikacijskih sistema. Modulacije. Energija moduliranih signala. Linearne analogne modulacijske tehnike (AM, DSB, SSB, VSB). Eksponencijalne modulacijske tehnike (PM, FM, Tonske modulacije). Prijemnici u analognim telekomunikacijskim sistemima (superheterodinski prijemnici, direktni prijemnici, specifikacija radio prijemnika). Analogni multipleksni sistemi. Fazne petlje i sinhronizacija. Kvantizacijski šum i neuniformna kvantizacija. Prijenos u osnovnom opsegu PCM, Delta modulacija, Delta-sigma modulacija, DPCM. Linijski kodovi i kriteriji za njihov izbor. Signalni prostor. Prilagođeni filter. Vjerovatnoća greške za binarni PCM. Digitalne modulacijske tehnike (ASK, PSK, FSK, QAM) Prijenos u transponovanom opsegu. Korelacioni prijemnik. Optimalna detekcija. Intersimbolska interferencija. Nyquistov kriterij za nultu ISI. Ekvalizacija. Modulacijske tehnike sa više nosilaca (OFDM). Sinhronizacija nosioca i fazna petlja.

**Literatura:**

Haykin, "Communication systems", Wiley&Sons, 2004.

B.P. Lathi, "Modern Digital and Analog Communication Systems", Oxford, 1998.

C. Nassar, "Telecommunications Demystified", LLH Technology Publishing, 2001.

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (60%)

1. Zadaće 1 (10%)

2. Test (40%)

3. Zadaća 2 (10%)

Završni ispit (40%)

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK206**

**Radijski telekomunikacijski sistemi**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK101, TK102

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Ovladavanje osnovnim principima radio sistema u cilju sticanja neophodnog predznanja za slušanje naprednih kurseva iz bežičnih komunikacija. Kurs ima za cilj studentima prezentirati teorijska i praktična znanja iz prostiranja radio valova, dizajniranja radio linkova, osnovnih parametara antena, uticaja interferencije, šum, prijenosnih linija, princip rada radio predajnika i prijemnika, te osnovnim osobinama radarskih sistema.

**Sadržaj:**

Osobine radio komunikacija. Međunarodna regulativa i upravljanje frekvencijama. Opći modeli radio komunikacionih sistema. Radio kanal. Pregled modela radiokanala. Slabljenje. Feding. Interferencija. Refrakcija. Difrakcija. Polarizacija. Višestaznost. Propagacioni modeli. Radio šum. Interferencijske karakteristike sredine. Metode pokrivanja teritorije radio uslugama. Diversiti tehnike. Tehnike kombinovanja. Antene. MIMO. Beamforming. Osobine i predstavljanje mikrovalnih mreža. Funkcionalni blokovi radiopredajnika i radioprijemnika. Radijski sistemi za veze: od tačke do tačke, od tačke do više tačaka, od više tačaka do više tačaka. Osnovni principi satelitskih telekomunikacija. Globalni sistem za pozicioniranje i navigaciju. Radarski sistemi.

**Literatura:**

Molisch, Andreas F., Wireless Communications. 2 edition Chichester, West Sussex, U.K., 2011.

D. Parsons, The Mobile Radio Channel, 2nd ed., Wiley, 2000

Mohammadi, F.M. Ghannouchi, RF Transceiver Design for MIMO Wireless Communications, Springer, 2012.

David Tse, Pramod Viswanath, Fundamentals of wireless communications, Cambridge Univ. Press, 2005.

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (60%)

1. Test na sredini semestra (40%)

2. Projekat, zadaće, seminarski (20%)

Završni ispit (40%)

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK207**

**Razvoj telekomunikacijske programske podrške**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI202

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Glavni ciljevi kursa su razumijevanje analize problema razvoja softvera i razvoj sposobnosti za dizajniranje učinkovite programske strukture za njegovo rješavanje, kao i sticanje znanja rada sa novim savremenim softverskim alatima u cilju razvoja aplikacija u telekomunikacijama (Web-bazirane aplikacije).

**Sadržaj:**

Procesi i metodologije razvoja softvera u telekomunikacijama. Modeli životnog ciklusa softvera. Usporedna analiza tradicionalnog shvatanja procesa razvoja softvera i agilne metodologije. Tehnike otkrivanja i uklanjanja grešaka; debugovanje. Sistemi za kontrolu verzija. Osnovni pojmovi testiranja, tehnička dokumentacija; korisničko uputstvo; alati za pisanje i generisanje dokumentacije. Osnovni koncepti Internet aplikacija. Pojmovi i primjena troslojnih i višeslojnih aplikacija, upotreba Web servera, povezivanje sa bazama podataka. Razvoj aplikacija pomoću Java tehnologije - Java servleti, JSP strane, Ajax, upotreba framework-a JSF. Pojam, koncepti i upotreba Web servisa.

**Literatura:**

Pierre Bourque, Richard E. (Dick) Fairley, Guide to the Software Engineering Body of Knowledge Version 3.0 SWEBOOK V.3.0,2014,IEEE Computer Society

The Pragmatic Programmer: Your Journey to Mastery, 2020

Cay Horstmann, Core Java Vol. I - Fundamentals, 9th ed, Prentice-Hall, 2013

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti: Zadaće: 30%, Aktivnost: 5%, Test: 30%

Završni projekat: 35%

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK208**

## **Sekvencijalni sklopovi**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI101

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Kurs ima za cilj studente upoznati sa principima dizajna digitalnih sklopova.

**Sadržaj:**

Logička kola, bistabili, dizajn kombinacioni i sekvencijalni logičkih sklopova. Jezici za opis hardvera (HDL). Sintaksa jezika za opis hardvera i konkurentno izvršavanje procesa. Procesi i sinhronizacija. Dizajn komunikacijskih modula i periferala procesora. Sklopovi za izvođenje aritmetičkih operacija. Memorije i memorijski kontroleri. Model procesora.

**Literatura:**

RTL Hardware Design Using VHDL: Coding for Efficiency, Portability, and Scalability, 1st Edition by Pong P. Chu, 2006.

Digital Systems Design Using VHDL 2nd Edition, Charles H. Roth, Jr. Lizy Hurian John, Thomson, 2007.

The Designer's Guide to VHDL, Third Edition, Peter J. Ashenden, 2008.

S.Mujačić, Digitalni sistemi I, I dio, PrintCom Tuzla, 2009.

U.Peruško, V.Glavinić, Digitalni sustavi, Školska knjiga, Zagreb, 2005

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (60%): Zadaće 1 (30%) i Zadaća 2 (30%)

Završni ispit projekat (40%)

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK209**

## **Obrada digitalnih signala**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK101

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Upoznati studente sa osnovnim tehnikama digitalne obrade signala.

**Sadržaj:**

Prednosti digitalne obrade signala. Osobine diskretnih sistema. Linearna konvolucija dvije sekvence. Fourierova transformacija diskretnih signala. Diskretni sistemi i z-transformacija. Diskretna Fourierova transformacija (DFT) i osobine. Brza Fourierova transformacija (FFT). Kružna konvolucija. Digitalno filtriranje. Filteri sa konačnim impulsnim odzivom (FIR). Upotreba prozorskih funkcija. Filteri sa beskonačnim impulsnim odzivom (IIR). Impulsna invarijantnost. Dizajn digitalnih filtera.

**Literatura:**

J.G.Proakis, D.G. Manolakis, Digital Signal Processing, Principles, New Jersey, 1996.

A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, Discrete-Time Signal processing, Prentice-Hall, 1989.

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti uključuju test i dvije zadaće (60%). Završni ispit u formi testa nosi 40%.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK210**

**Telekomunikacione mreže**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK101

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Kurs ima za cilj studentima prezentirati osnovna teorijska i praktična znanja iz područja telekomunikacionih mreža. Studenti stiču teorijska i praktična znanja od principa, koncepata, arhitekture, adresiranja, segmentacije, rutiranja i drugih znanja potrebnih za razumjevanje pitanja implementacije mreža i razumjevanja kako funkcionira Internet.

**Sadržaj:**

Mrežni koncepti, Internet i načini organizacije komunikacijskih mreža (LAN, MAN, WAN, klijent-server, P2P). Mrežni hardver. Medij, jačina signala, podaci i signali, iskoristivost pojasa (tehnike i tehnologije prijenosa). Bezkonekcijski i konekcijski transport. Segmentacija mreže. Svičevi. Ruteri. Gatewayi. IPv4 i IPv6 adresiranje, podmreže, DHCP. Algoritmi rutiranja (RIP, OSPF, BGP). MPLS. Strukturno kabliranje. xDSL. Internet aplikacije: domain name service, web, elektronski mail, p2p. Primjer rada s UDP i TCP socketima. Upotreba osnovnih mrežnih alata (ping, traceroute, dig, lsof i dr)

**Literatura:**

Suad Kasapović, Samra Mujačić, "Osnove umrežavanja", Off-set, 2018.

James F. Kurose, Keith Ross, Computer Networking, 8th Edition, Pearson, 2020.

M. O. Faruque Sarker, Sam Washington, Learning Python Network Programming, Packt Publishing, 2015.

Andrew S. Tanenbaum & David J. Wetherall, Computer Networks, Prentice Hall, 2010.

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (60%)

1. Test na sredini semestra (40%)

2. Projekat, zadaće, seminarski (20%)

Završni ispit (40%)

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK302**

**Optičke telekomunikacije**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK101, TK102

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Kurs ima za cilj studentima prezentirati teorijska i praktična znanja iz područja generisanja, modulacije, prijenosa, detekcije i obrade optičkog signala. Na osnovu navedenih teorijskih znanja cilj je da studenti nauče projektovanje osnovnih optičkih komunikacijskih linkova koji se koriste u sistemima tačka-tačka i u pristupnim optičkim mrežama.

**Sadržaj:**

Pregled optičkog komunikacijskog sistema. Uvod u optiku. Optička vlakna: prostiranje talasa u optičkim vlaknima, spoj na optičko vlakno, karakteristike. Disprezija u optičkom komunikacijskom sistemu. Izvori i

predajnici optičkih signala. Detektori optičkih signala i prijemnici. Pojačavači optičkih signala. Optičke mreže, multipleksiranje. Projektovanje optičke veze. Gusti i rijetki multipleks talasnih dužina. Osnove optičkih pristupnih mreža.

#### Literatura:

A. Mujčić, Optičke telekomunikacije – prezentacije za predavanja,  
Govind P. Agrawal, Fiber-Optic Communication Systems, 4rd Edition, (Wiley), 2010.  
Gerd Keiser, Optical Fiber Communications, McGraw-Hill, 4 edition, 2010.

#### Metode provjere znanja:

Predispitne aktivnosti (50 %)

1. Test br. 1 (25%)

2. Test br. 2 (25%)

Završni ispit

Studenti u pismenoj formi odgovaraju na teorijska pitanja i rješavaju zadatke iz obrađenog sadržaja kursa. (50 %)

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK305**

**Infrastruktura i servisi u oblaku**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK210

**Semestar:** ljetni

#### Ciljevi:

Cilj ovog kursa je dati pregled tehnologija i primjene infrastrukture i servisa u oblaku. Na kraju ovog kursa studenti bi bili u mogućnosti da razumiju koncepte vezane s tehnologijama infrastrukture i servisa u oblaku, analiziraju razlike isporuke aplikacija na lokalnoj infrastrukturi i u oblaku, koncepte arhitekture oblaka, modele servisa oblaka, te upoznati i koristiti različite servise u oblaku, isporukom aplikacija, te konfigurisanjem servisa i resursa sistema.

#### Sadržaj:

Funkcioniranje i arhitektura oblaka. Modeliranje servisa, infrastrukturni servisi, platformski servisi, softverski servisi. Osnove upravljanja i administracije servisa u oblaku. Skalabilnost i elastičnost. Virtualizacija mreže. Virtualizacija servera. Virtualizacija skladišta. Demonstracija softverskog alata za virtualizaciju. Kontejnerizacija i upravljanje istim. Demonstracija softverskog alata za kontejnerizaciju. Mikroservisi. Servisi skladištenja i hostiranja. Servisi poruka: notifikacija, servisi redova čekanja. Servisi isporuke sadržaja, analitike, konfiguracije i upravljanja. Uravnoteženje opterećenja u infrastrukturi. Migracija u oblaku. Upravljanje identitetom i pristupom. Serverless koncepti. IaaS – automatizacija u pružanju infrastrukture. Demonstracija softverskog alata za IaaS.

#### Literatura:

Thomas Erl, Ricardo Puttini, Zaigham Mahmood, Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture, Pearson; 2013.

K.Morris, Infrastructure as Code: Dynamic Systems for the Cloud Age, O'Reilly Media; 2nd edition, 2021.

A. Bahga, V. Madisetti, Cloud Computing Solutions Architect: A Hands-On Approach, VPT, 2019.

Jill West, CompTIA Cloud+ Guide to Cloud Computing (MindTap Course List) 1st Edition, Cengage Learning, 2020.

#### Metode provjere znanja:

Predispitne aktivnost: Projektni zadatak 1: 30%, Projektni zadatak 2: 30%

Završni ispit: 40%

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK306**

**Teorija informacija i kodovanja**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK201

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Kurs ima za cilj studentima prezentirati teorijska i praktična znanja iz područja teorije informacija i njene primjene u oblasti kompresije podataka i kanalnog kodovanja u procesu prenosa signala kroz komunikacijske kanale i osnovnih algoritama kriptografije.

**Sadržaj:**

Osnove teorije informacija. Izvori informacija sa i bez memorije. Izvorno kodovanje: statističko kodovanje i kodovanje na bazi rječnika. Informacijski model komunikacijskog kanala. Kanalno kodovanje: blok, konvolucioni i složeni kodovi. Teorija informacija i vještačka inteligencija. Kriptografija, simetrični i asimetrični kriptosistemi.

**Literatura:**

A. Mujčić, N. Suljanović, A. Hasanović, "Teorija informacija i kodovanje", Izdavačka kuća Hamidović, Tuzla, 2010.

D. Drajić, Teorija informacija i prenos podataka, Elektrotehnički fakultet, Beograd.

Haykin, "Communication systems", Wiley&Sons, 2004.

Cole, Krutz, Conley, "Network Security Bible", Wiley Publishing, 2005.

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (50 %)

1. Test br. 1 (25%)

4. Test br. 2 (25%)

Završni ispit

Studenti u pismenoj formi odgovaraju na teorijska pitanja i rješavaju zadatke iz obrađenog sadržaja kursa. (50 %)

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK307**

**Mobilne telekomunikacije**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK101, TK206

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj predmeta je prezentirati teorijska i praktična znanja iz područja mobilnih i bežičnih mreža, definisati osnovne koncepte u mobilnim mrežama, mrežne arhitekture, sigurnosne aspekte mobilne mreže, te osnove 5G mreža.

**Sadržaj:**

Pristupne tehnike u mobilnim komunikacijama. Celularno organizovanje mobilnih sistema. Tehnike povećanja pokrivenosti. Upravljanje radio resursima. Koncept ad-hoc/mesh bežičnih mreža. Upravljanje mobilnošću. Prometne karakteristike mobilnih mreža. Sigurnost mobilnih komunikacija. Građa mobilnog

uređaja. Pregled arhitektura i performansi mobilnih sistema kroz generacije 2G-4G. Bežični WLAN/WPAN/D2D/V2V sistemi. Bluetooth. NFC (RFID). Mobilne IoT mreže. 5G arhitektura i ciljevi dizajna. RAN i dinamički CRAN. 5G NR logička arhitektura.

#### Literatura:

Suad Kasapović, Osnove mobilnih komunikacija, Univerzitet u Tuzli, Offset, 2012.

Randy L. Haupt, Wireless Communications Systems: An Introduction, (Wiley - IEEE) 1st Edition, 2019.

Linyang Song, Jia Shen, Evolved Cellular Network Planning and Optimization for UMTS and LTE, CRC press, 2011.

Sajal Kumar Das, Mobile handset design, John Wiley & Sons, 2010.

#### Metode provjere znanja:

Predispitne aktivnosti (60 %)

1. Test na sredini semestra (40 %)

2. Projekat, zadaće, seminarski (20 %)

Završni ispit (40 %)

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK308**

**Mjerenja u telekomunikacijama**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK101

**Semestar:** zimski

#### Ciljevi:

Cilj kursa je da studenti steknu znanja da obrazlože osnove funkcioniranja instrumenata i veličine koje se mjere u području telekomunikacija, obavljaju osnovna eksperimentalna mjerenja električnih i neelektričnih veličina u telekomunikacijama, razumiju osnovne principe mjernih procesa i inženjerski prilaz primjeni mjerne opreme kod projektovanja i realizacije telekomunikacionih uređaja i/ili u održavanju njihovog kvaliteta u realnim uslovima rada.

#### Sadržaj:

Osnove mjerenja u telekomunikacijama. Generatori signala. Analiza signala. AD/DA konverzija. Upotreba digitalnog osciloskopa i multimetra za mjerenje. Mjerenja u spektralnom domenu. Skalarna i vektorska mjerenja. Mjerenje frekvencije i snage RF i mikrotalasnog signala. Mjerenje karakteristika šuma. Reflektometrija. Mjerenje parametara signala u radiodifuznim sistemima. Mjerenja u kablovskim i optičkim sistemima. Mjerenja u digitalnim komunikacionim sistemima. Mjerenja performansi računarskih mreža. Automatizacija mjerenja.

#### Literatura:

Kamilo Feher, Telecommunications Measurements, Analysis and Instrumentation, 2e, Noble-Scitech, 1997

M. A. Halim, Adaptive Array Measurements in Communications, Artech House Publishers; 1 edition, 2001

#### Metode provjere znanja:

Predispitne aktivnosti (70 %)

1. Test na sredini semestra (35 %)

2. Projekat, zadaće, seminarski (35 %)

Završni ispit : Studenti u pismenoj formi odgovaraju na teorijska pitanja i rješavaju zadatke iz obrađenog sadržaja kursa. (30 %)

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK403**

## **Razvoj mobilnih aplikacija i servisa**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** RI202, RI207

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Cilj ovoga kursa je da student ovlada osnovnim konceptima i znanjima za kreiranje rješenja za različite moderne mobilne telekomunikacione platforme, te da razumije jedinstvene aspekte dizajna mobilnih servisa uzimajući u obzir karakteristike mreža i terminala.

**Sadržaj:**

Pregled mobilnog računarstva. Hardver mobilnih uređaja. Upoznavanje i koncepti razvoja servisa za Android mobilne terminale. Upoznavanje i koncepti razvoja servisa za iOS mobilne terminale. Glavne komponente mobilne aplikacije. Izrada korisničkog interface-a za mobilne aplikacije. Osmišljavanje programskog rješenja za rješavanje stvarnih problema. Korištenje programskog koncepta specifičnog za izradu aplikacija za mobilne uređaje. Programska implementacija dizajna. Programska implementacija različitih funkcionalnosti. Korištenje i upravljanje senzorima ugrađenim u mobilnim uređajima. Kreiranje i uključivanje Web/Cloud servisa. Bezbjednost i upravljanje sigurnošću. Privatnost i etika. Upotrebljivost i dostupnost.

**Literatura:**

Android Programming: The Big Nerd Ranch Guide, Third Edition, Big Nerd Ranch Guides, 2017.

J. Iversen, M. Eierman, Learning Mobile App Development, Addison - Wesley, Dec. 2013

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti:

Zadaće: 30%

Aktivnost: 5%

Test: 30%

Završni projekat: 35%

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK404**

## **Mikroprocesorski sistemi u telekomunikacijama**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK208, TK209

**Semestar:** zimski

**Ciljevi:**

Kurs ima za cilj studente upoznati sa izazovima implementacije digitalnih telekomunikacijskih sistema na bazi mikrokontrolera i mikroprocesora.

**Sadržaj:**

Arhitektura mikrokontrolera. Upravljanje periferijama, prekidi, komunikacijski moduli, ADC, DAC i DMA. Implementacija osnovnih DSP operacija: filteri (FIR, IIR) i diskretna Fourierova transformacija (algoritmi FFT-a). Tehnike kanalnog kodiranja/dekodiranja. Algoritmi zaštite podataka. Komunikacijski protokoli i senzori.



**Literatura:**

J.G. Proakis, Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications četvrto izdanje, 2007  
Digital Signal Processing Using the ARM Cortex M4, Wiley, 2015  
Gerard C. M. Meijer, Smart Sensor Systems, Volume 10, John Wiley & Sons, 2008

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (60%)

1. Zadaće 1 (15%)

2. Zadaća 2 (15%)

3. Zadaća 3 (15%)

4. Zadaća 4 (15%)

Završni ispit projekat (40%)

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK405**

**Projektovanje telekomunikacionih mreža**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+0+2

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK302, TK210

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Kurs će se fokusirati na dizajn, implementaciju, analizu i vrednovanje umreženih sistema i cilj mu je pružiti detaljno znanje o mrežnim tehnologijama u pogledu njihovih karakteristika, operativne upotrebe i pregleda procesa dizajniranja mreže, kao i detaljno opisati svaki korak ovog procesa.

**Sadržaj:**

Projekt: definicija, specifičnosti, struktura, vrste i primjeri. Životni ciklus projekta. Ciljevi projekta. Rizici. Struktuirana podjela projektnih aktivnosti. Mrežni dijagram (softverski alati za kreiranje istih). Utvrđivanje resursa na projektu. Vođenje projekta i projektna dokumentacija. Standardizacija i regulativa u telekomunikacijskim mrežama. Analiza performansi postojeće mreže i mrežnog prometa. Upravljanje konfiguracijom. Upravljanje kvarovima. Upravljanje troškovima. Analiza strukture paketskih čvorišta i očekivanih performansi mreža. Projektovanje logičke mreže. Projektovanje fizičke mreže: odabir tehnologije i uređaja lokalne mreže i mreže šireg područja. Testiranje, optimizacija i dokumentiranje mreže. Alati za dizajn bežične mreže. Faze monitoring. Izvještavanje. Analiza prometa i događaja. Alati za monitoring mreže. Pregled problematike projektovanja kablovskih distribucionih sistema i bežičnih sistema. ITILv4 metodologija. Upravljanje imovinom. Metodologija za rješavanje problema.

**Literatura:**

Priscilla Oppenheimer, Top-Down Network Design, Cisco Press, 2011.

Mor Harchol-Balter, Performance Modeling and Design of Computer Systems –Queueing Theory in Action, Cambridge, 2013.

Mohammad Azadeh, Fiber Optics Engineering, Springer, 2009.

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (70 %)

1. Test na sredini semestra (30 %)

2. Projekat (40 %)

Završni ispit (30 %)

---

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

**TK406**

## **Multimedijski sistemi i komunikacije**

**Uža naučna oblast predmeta:** Telekomunikacije

**Kontakt sati sedmično (P + AV + LV):** 3+1+1

**Ukupno kontakt sati u semestru:** 75

**Broj ECTS kredita:** 6 ECTS

**Preduslovi:** TK003, TK306

**Semestar:** ljetni

**Ciljevi:**

Kurs ima za cilj studente upoznati sa kodiranjem, produkcijom i integracijom multimedijskih sadržaja, multimedijskim aplikacijama, komunikacijskim arhitekturama i protokolima za prijenos i upravljanje prijenosom multimedijskih sadržaja.

**Sadržaj:**

Multimedijske tehnologije i sistemi, njihova arhitektura i primjena. Pregled medija i izvora podataka. Standardi kompresije multimedijskih podataka. Produkcija, pohrana i prijenos multimedijskih sadržaja. Integracija i sinhronizacija multimedijskih sadržaja, modeli prostornog i vremenskog usklađivanja multimedijskih sadržaja. Interaktivna i adaptivna multimedija. Multimedijske aplikacije, standardi i autorski alati. Višekorisničke multimedijske aplikacije. Pojam, model i arhitektura multimedijskog komunikacijskog sistema. Protokoli multimedijskih komunikacijskih sistema. Model strujanja multimedijskog sadržaja. Kvaliteta usluga u multimediji. Multimedijske komunikacije u mrežama nove generacije. Osnovne multimedijske usluge.

**Literatura:**

J.Baraković Husić, E.Brka, M.Hadžialić, M.Škrbić, Multimedija i kodiranje, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2014.

- R. Steinmetz, K. Nahrstedt, Multimedia Systems, Springer, New York, 2010.

- K.R. Rao, Z.S. Bojkovic, D.A. Milovanovic, Introduction to multimedia communications: applications, middleware, networking, Wiley, 2007.

**Metode provjere znanja:**

Predispitne aktivnosti (80%)

Zadace 20%

Projektni zadatak 10%

Testovi I i II 50%

Završni ispit 20%