

UNIVERZITET U TUZLI

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE

**STUDIJSKI PROGRAM DRUGOG 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 drugog 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.

3. Trajanje studija i ukupan broj ECTS bodova

Predviđeno trajanje drugog ciklusa studija Fakulteta elektrotehnike je 2 semestra (1 akademska godina). Po završetku studija student ostvaruje ukupno 60 ECTS bodova.

II ciklus studija student završava izradom i odbranom završnog rada u skladu sa odredbama Statuta Univerziteta, odnosno Pravila studiranja II ciklusa studija na Univerzitetu u Tuzli.

4. Uslovi za upis na studijski program

Na II ciklus studija može se upisati kandidat koji je završio dodiplomski ili I ciklus studija na Fakultetu elektrotehnike Univerziteta u Tuzli (studijski program Elektrotehnika i računarstvo) ili na nekom od istih ili srodnih fakulteta elektrotehnike i/ili računarstva na drugim akreditiranim univerzitetima.

Kandidat može upisati II ciklus studija samo pod uslovom da je u toku dodiplomskog ili I ciklusa studija stekao najmanje 240 ECTS bodova.

Odluku o upisu kandidata koji su okončali dodiplomski studij koji nije bio zasnovan na ECTS bodovnom sistemu donosi Naučno-nastavno vijeće Fakulteta.

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

Završetkom studija drugog ciklusa studijskog programa “Elektrotehnika i računarstvo” Fakulteta elektrotehnike stiče se akademsko zvanje **magistar 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. Kompetencije koje se stiču kvalifikacijom (diplomom)

Magistri elektrotehnike, u skladu sa upisanim usmjerenjem II ciklusa studija, imaju u oblasti elektroenergetskih mreža i sistema, sistema konverzije energije, automatike i robotike, računarstva i informatike te telekomunikacija, sljedeće kompetencije:

- Poznavanje i razumijevanje matematičkih modela, teorijskih i naučnih načela potrebnih za rješavanje složenih problema, uključujući i razvoj novih tehnologija.

- Sposobnost primjene stečenog znanja i razumijevanja oblikovanja inženjerskih modela, sistema i procesa, te primjena inovativnih metoda za postavljanje i rješavanje problema.

- Sposobnost primjene stečenih znanja u rješavanju novih problema u multidisciplinarnom okruženju, kreativnost u razvoju novih originalnih ideja i metoda.

- Sposobnost osmišljavanja, analize, modeliranja i eksperimentalnih istraživanja, te sposobnost kritičkog vrednovanja rezultata, podataka i informacija, istraživanja primjene novih razvojnih tehnologija i donošenje zaključaka.
- Sposobnost povezivanja znanja različitih područja, detaljno poznavanje primijenjenih tehnika i metoda, njihovo ograničenje i uticaj na društvo.
- Sposobnost samostalnog i timskog rada, vođenje multidisciplinarnih timova, sposobnost različitog oblika komuniciranja sa saradnicima i inženjerskom zajednicom, sposobnost korištenja metoda poslovne prakse i vođenja složenih projekata, te prepoznavanje potrebe i spremnost za cjeloživotno učenje.

7. Usmjerenja u okviru Studijskog programa

II ciklus studija se organizira iz sljedećih usmjerenja:

1. Elektroenergetske mreže i sistemi
2. Sistemi konverzije energije
3. Automatika i robotika
4. Računarstvo i informatika
5. Telekomunikacije

Ciljevi izučavanja studijskog programa su navedeni u nastavnom programu za svaki predmet u okviru navedenih usmjerenja.

8. Organizacija studija

Studijski program “Elektrotehnika i računarstvo” definira način na koji se ECTS bodovi mogu ostvarivati sa ciljem sticanja 60 ECTS bodova potrebnih za završetak drugog ciklusa studija, u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju Tuzlanskog kantona i Statutom Univerziteta u Tuzli.

Da bi student okončao studij potrebno je da ostvari ukupno 60 ECTS bodova. Student ECTS bodove može ostvariti:

- iz završnog rada,
- iz obaveznih predmeta,
- iz izbornih predmeta i
- prihvatanjem naučnog rada za objavljivanje.

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

Završni rad je obavezan i vrednuje se sa 24 ECTS bodova.

U skladu sa usmjerenjem na koje je upisan, student dobija listu obaveznih predmeta iz kojih je obavezan ostvariti ECTS bodove do kraja studija.

Kao izborni predmet, student može birati predmet sa liste izbornih predmeta ili obavezni predmet drugog usmjerenja koji ide u tekućem semestru, pod uslovom da ima ispunjene predušlove za taj predmet i da ne dolazi do kolizije u sedmičnom rasporedu nastave.

Na usmjerenjima na kojima su predviđeni izborni predmeti, studenti mogu ECTS bodove ostvariti i objavljivanjem najmanje jednog rada kao autor ili koautor u publikaciji koja se nalazi na listi relevantnih

baza podataka Akademije nauka i umjetnosti BiH. Po ovom kriteriju student može ostvariti 12 ECTS bodova i u tom slučaju iz obaveznih predmeta na usmjerenju je dovoljno da ostvari 24 ECTS boda. Student rad obavezno objavljuje pod afilijacijom Univerziteta u Tuzli i Fakulteta elektrotehnike. Rad u skladu sa ovom odredbom je i rad koji je prihvaćen za objavljivanje.

Osim predmeta studijskog programa drugog ciklusa studija “Elektrotehnika i računarstvo” Fakulteta elektrotehnike Univerziteta u Tuzli, studentu će se priznati i ECTS bodovi 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.

Za predmete Studijskog programa definirani su preduslovi koje student mora da ispuni kako bi mogao pristupiti nastavi iz predmeta. Preduslovi za predmet definiraju se kao lista predmeta iz kojih student mora imati ostvarene ECTS bodove prije pristupanja nastavi iz tog predmeta. Student može pristupiti nastavi na predmetu za koji nema ispunjene preduslove samo uz pismeno dopuštenje predmetnog nastavnika. Ovo dopuštenje predmetni nastavnik daje na osnovu njegove procjene da je student stekao dovoljno predznanja za uspješno praćenje nastave. Ukoliko u Studijskom programu nisu definirani preduslovi za neki predmet, taj predmet student može slušati bezuslovno.

9. Uslovi za upis u naredni semestar studija Studijskog programa

Student upisuje II semestar nakon odslušanih predmeta u I semestru, što ovjerava predmetni nastavnik svojim potpisom u indeksu.

10. Završni rad i način završetka studija

Drugi ciklus studija se završava izradom i odbranom završnog rada, koji se vrednuje sa 24 ECTS bodova.

Postupak prijave, izrade i odbrane završnog rada regulisan je Pravilnikom o završnom radu na drugom ciklusu studija Univerziteta u Tuzli.

Student stiče pravo da mu se odobri tema završnog rada nakon što ostvari najmanje 18 ECTS bodova po osnovu nastave.

Završni rad student može predati Naučno-nastavnom vijeću na ocjenu nakon što je u okviru studija ostvario 36 ECTS bodova i uz to je izvršio sve finansijske i druge obaveze utvrđene Pravilima studiranja II ciklusa studija na Univerzitetu u Tuzli.

Nakon odbrane završnog rada student će imati ostvarenih 60 ECTS bodova.

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

Prelazak sa drugih studijskih programa u okviru istih ili srodnih oblasti studija je moguć samo ako student ima preduslove navedene u nastavnom programu za odgovarajuće predmete ovog studijskog programa. Priznavanje položenih ispita se vrši u skladu sa Pravilima studiranja II ciklusa studija na Univerzitetu u Tuzli.

Odluku o priznavanju položenih ispita i prelaska sa drugih studijskih programa u okviru istih ili srodnih oblasti studija, donosi Naučno-nastavno vijeće Fakulteta.

12. Druga pitanja od značaja za izvođenje studijskog programa

Prilikom upisa na II ciklus studija, ovisno o usmjerenju i oblasti interesovanja, student se izjašnjava o načinu ostvarivanja ECTS kredita tokom studija, odnosno o izbornim predmetima koje namjerava upisati sa liste izbornih predmeta ili sa liste obaveznih predmeta drugog usmjerenja ili prihvatanjem naučnog rada za objavljivanje.

Na osnovu pismenog izjašnjenja studenta, uz saglasnost predloženog mentora, Naučno-nastavno vijeće Fakulteta donosi Odluku o imenovanju mentora. Mentor za izradu završnog rada može biti nastavnik koji ima izbor na užoj naučnoj oblasti kojoj pripadaju obavezni predmeti iz kojih je student ostvario ili će ostvariti ECTS bodove ili nastavnik kod koga je student slušao ili će slušati izborni predmet u sklopu ovog studijskog programa.

13. Lista obaveznih i izbornih predmeta

Obavezni predmeti po usmjerenjima

Usmjerenje Automatika i robotika

1. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
AR701	Modeliranje, identifikacije i simulacije dinamičkih sistema	3	0	0	6	
AR702	Multivarijabilni sistemi upravljanja	3	0	0	6	
AR703	Procesni i proizvodni informacioni sistemi	3	0	0	6	
AR704	Adaptivno upravljanje	3	0	0	6	
AR705	Inteligentno upravljanje	3	0	0	6	
Ukupno obaveznih:		15	0	0	30	

2. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
AR706	Napredna robotika	3	0	0	6	
ZR	Završni rad	-	-	-	24	
Ukupno obaveznih:		3	0	0	30	

Usmjerenje Elektroenergetske mreže i sistemi

1. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
EEMS701	Analiza kvaliteta električne energije	3	0	0	6	
EEMS702	Distribuirani energetske resursi	3	0	0	6	
EEMS703	Upravljanje energetske sistema	3	0	0	6	
EEMS704	Primjena vještačke inteligencije u elektroenergetskom sistemu	3	0	0	6	
EEMS706	Primjena numeričkih tehnika u analizi prenosnih i distributivnih mreža	3	0	0	6	
Ukupno obaveznih:		15	0	0	30	

2. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
EEMS707	Ispitne i mjerne metode u visokonaponskoj tehnici	3	0	0	6	
ZR	Završni rad	-	-	-	24	
Ukupno obaveznih:		3	0	0	30	

Usmjerenje Sistemi konverzije energije

1. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
SKE707	Metode proračuna spregnutih elektromagnetnih i termičkih polja	3	0	0	6	ESKE107, ESKE303
SKE702	Tehnička dijagnostika	3	0	0	6	ESKE105, ESKE304
SKE703	Upravljanje i regulacija elektromotornih pogona	3	0	0	6	ESKE302
SKE704	Nove tehnologije u sistemima konverzije energije	3	0	0	6	
IZB	Izborni predmet	3	0	0	6	
Ukupno obaveznih:		12	0	0	24	
Ukupno izbornih:		3	0	0	6	

2. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
SKE706	Interakcija električne mreže i pogonskih motora	3	0	0	6	ESKE105, ESKE302
ZR	Završni rad	-	-	-	24	
Ukupno obaveznih:		3	0	0	30	

Usmjerenje Računarstvo i informatika

1. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
RI702	Napredne baze podataka	3	0	0	6	RI207
RI703	Napredna računarska grafika	3	0	0	6	RI202, RI205
RI704	Softversko inženjerstvo	3	0	0	6	MAT2, RI101
RI707	Napredno funkcionalno programiranje	3	0	0	6	RI403
IZB	Izborni predmet	3	0	0	6	
Ukupno obaveznih:		12	0	0	24	
Ukupno izbornih:		3	0	0	6	

2. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
RI706	Dizajn i implementacija procesora	3	0	0	6	RI201
ZR	Završni rad	-	-	-	24	
Ukupno obaveznih:		3	0	0	30	

Usmjerenje Telekomunikacije

1. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
TK702	Softverski definirano umrežavanje	3	0	0	6	
TK703	Multimedijski komunikacijski sistemi i usluge	3	0	0	6	TK003,TK406
TK705	Programiranje telekomunikacijskih sistema	3	0	0	6	TK404
TK706	IoT sistemi	3	0	0	6	TK202, TK203, TK404
IZB	Izborni predmet	3	0	0	6	
Ukupno obaveznih:		12	0	0	24	
Ukupno izbornih:		3	0	0	6	

2. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
TK701	Mrežna sigurnost	3	0	0	6	RI501
ZR	Završni rad	-	-	-	24	
Ukupno obaveznih:		3	0	0	30	

Izborni predmeti

Kao izborne predmete, svi studenti mogu birati predmete sa sljedeće liste izbornih predmeta:

1. semestar						
Šifra	Naziv	P	A	L	ECTS	Preduslovi
BMI701	Biomedicinski inženjering	3	0	0	6	
BMI702	Analiza medicinske slike	3	0	0	6	
EEMS705	Inteligentne elektroenergetske mreže	3	0	0	6	

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.

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

14. Nastavni program po predmetima Studijskog programa

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

AR701 Modeliranje, identifikacije i simulacije dinamičkih sistema

Uža naučna oblast predmeta: Automatika i robotika

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Osposobiti studente za rad na problemima modeliranja, identifikacije i simulacije odnosno verifikacije modela dinamičkih sistema s posebnim osvrtom na biokibernetičke i kompleksne sisteme.

Sadržaj:

Prikazati područje identifikacije i modeliranja dinamičkih sistema; identifikacija i modeliranje kao jedinstven i ciklični postupak. Predstaviti pristupe k modeliranju, teoretsko (na osnovi a-priori znanja o sistemu, upotrebom fizikalnih zakona: ravnotežne jednačine, principi minimalne energije, zakoni održanja mase, energije, količine kretanja...), eksperimentalno (identifikacija na osnovi mjerenih podataka primjenom metode najmanjih kvadrata) i hibridno. Opis i primjena metode najmanjih kvadrata i njena upotrebljivost na različitim područjima, prikazati upotrebljivost metoda za ocenjivanje parametara dinamičkih sistema.

Praktični vidici: izbor vremena uzorčenja, predhodna obrada signala, izbor modela, test njegove valjavnosti i izbor strukture, vremenska zakašnjenja. Verifikacija modela kroz simulaciju. Osnovni principi simulacije. Simulacija prenosnih funkcija, i pridobivanje iste iz diferencijalne jednačine. Generisanje simulacijske sheme. Napredni pristupi identifikaciji i simulaciji; simulacija i identifikacija primjenom paralelnog računanja (upotreba analognih i višejezgrenih digitalnih računara, GPU computing...). Vrste simulacijskih modela: analogni, digitalni, kontinuirani, diskretno-dogodkovni, hibridni, simulacija u realnom vremenu. Metode za simulaciju: indirektna i implicitna metoda, ugnijezdena i frakcionalna metoda, simulacija sistema s velikim zakašnjenjima. Problemi vezani za simulaciju (amplitudno i vremensko skaliranje...). Orudja za simulaciju: Osnovne osobine dobrih oruđa. Kratki osvrt na SIMCOS/ANCOS simulacijski jezik (CSSL IV standard). Simulacija uz pomoć okruženja Matlab Simulink.

Primjena opisanih pristupa kroz modeliranje raznih primjera dinamičkih sistema kao što su: električni, mehanički, elektromehanički, toplotni, pneumatski, hidraulični, ekonomski, sociološki...

Poseban osvrt na kompleksne sisteme Kompleksni sistemi su novo i brzo razvijajuće se područje znanosti, koje je interdisciplinarno i bavi se s načinima, kako opisati kompleksne sisteme (računalnike, vozila, eko sisteme, biološke sisteme, biokibernetske sisteme...) uz pomoć matematičkih modela. Uvodjenje novih pojmova i prikaz kompleksnijih relacija. Cilj je ustvariti temeljna znanja o kompleksnim sistemima, koji se mogu upotrijebiti za formalni opis naravnih i društvenih pojava, koji su do sada opisani samo djelimično i saznanja nisu međusobno šire povezana.

Literatura:

1. R.Karba, Modeliranje procesov, 1.izdaja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 1999.
2. D.Benbow, H.Broome: The Certified Reliability Engineer—Handbook, ASQQuality Press,2009.
3. B.Zupančič, R.Karba, D.Matko, I.Škrjanc, Simulacija dinamičkih sistemov, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko,2010.
4. D.Matko,B.Zupančič,R.Karba,Simulation and Modelling of Continuous Systems-A Case Study Approach, Prentice Hall, 1992.
5. A.Žižek, Kompleksni sistemi. 1, 2, 3, Ptuj: samozal., 2006.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

AR702

Multivarijabilni sistemi upravljanja

Uža naučna oblast predmeta: Automatika i robotika

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Cilj predmeta je upoznavanje studenata sa savremenim metodama analize i sinteze multivarijabilnih sistema upravljanja.

Sadržaj:

Uvod u multivarijabilne sisteme upravljanja. Matematički temelji analize i sinteze multivarijabilnih sistema, prostor stanja, prenosne funkcije, frekventne karakteristike, dekompozicija singularnih vrijednosti (SVD), norme signala i sistema, H_2 i H_∞ norme. Strukture upravljanja MIMO sistemima, prekompensator, raspredanje, dijagonalni regulatori, potpuni multivarijabilni regulatori.

Opšti koncept multivarijabilnog model prediktivnog upravljanja (MPC). Modeli sistema i poremećaja korištenih za predikciju, prenosne funkcije i prostor stanja. Observeri vektora stanja, deterministički i stohastički. Optimalno upravljanje, LQ i LQG regulatori. Kvadratni kriterij performanse sa ograničenjima, pomični horizont i povratna sprega. MPC baziran na rješavanju QP (kvadratnog programiranja). Stabilnost i robustnost MPC kontrolera.

Generalizirani problem upravljanja. Sinteza optimalnog H_∞ kontrolera mješovite osjetljivosti. Uvod u opis neodređenosti u dinamičkim sistemima, strukturirane i nestrukturirane neodređenosti u modelima dinamičkih sistema. Generalizirani problem upravljanja sa neodređenostima. Analiza robusne stabilnosti (RS) i robusne performanse (RP) neodređenih dinamičkih sistema. Teorija strukturirane singularne vrijednosti. Sinteza robusnih multivarijabilnih regulatora pomoću H_∞ optimizacije i μ sinteze.

Literatura:

1. S. Skogestad, I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control: Analysis and Design, Wiley, 2005
2. G. E. Dullerud, F. Paganini, A Course in Robust Control, Springer Verlag, 1999
3. J.B. Rawlings, D.Q. Mayne, Model Predictive Control: Theory and Design, Nob Hill Publishing, 2009

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarских radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

AR703

Procesni i proizvodni informacijski sistemi

Uža naučna oblast predmeta: Automatika i robotika

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Upoznavanje studenata sa principima projektovanja informacijskih sistema u proizvodnim i procesnim postrojenjima.

Sadržaj:

Kompanija budućnosti, koncepti i tehnologije. Kompanija kao informacijski sistem. Pripreme za implementaciju MES (Manufacturing Execution Systems). MES kao nova klasa IT aplikacija. Izgradnja MES sistema, arhitektura softvera i interfejsi MES sistema. Integrirani proizvodni menadžment sa MES. Detaljno planiranje i kontrola sa MES, obezbjeđivanje kvalitete, menadžment osoblja, MES sa SAPom. Projektovanje baze podataka i SQL (Structured Query Language). Java programski jezik. Primjena web tehnologija u industrijskom informacijskom sistemu. Primjeri.

Literatura:

1. H. Meyer, F. Fuchs, K. Thiel, "Manufacturing Execution Systems", McGraw Hill, 2009.
2. J. Kletti, "Manufacturing Execution Systems", Springer-Verlag, 2007.
3. R. Ramakrishnan, J. Gehrke, "Database Management Systems" 3rd ed., McGraw Hill, 2007.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

AR704

Adaptivno upravljanje

Uža naučna oblast predmeta: Automatika i robotika

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Upoznavanje studenata s principima adaptacije dinamičkih sistema, primjerima adaptivnih sistema i adaptivnog upravljanja. Pregled, proučavanje i primjena savremenih metoda analize i sinteze adaptivnih sistema upravljanja.

Sadržaj:

Princip adaptacije dinamičkih sistema, primjeri adaptivnih sistema i adaptivnog upravljanja. Polinomski regulatori. Metod postavljanja polova i praćenja modela. Adaptivni sistemi prema referentnom modelu (MRAS), MIT i modifikovano MIT pravilo adaptivnog upravljanja. MRAS baziran na teoriji stabilnosti. Striktno pozitivne funkcije prenosa (SPR). Ljapunov i SPR pravilo adaptivnog upravljanja. Identifikacija bezinercionih sistema koristeći metod najmanjih kvadrata. Rekurzivni metod najmanjih kvadrata. Identifikacija dinamičkih sistema koristeći metod najmanjih kvadrata. Self-tuning (samougađajući) metod adaptivnog upravljanja. Linearni kvadratni samougađajući regulatori. Adaptivno prediktivno upravljanje. Metod opisne funkcije i Auto-tuning metod adaptivnog upravljanja. Gain-scheduling (raspoređivanje pojačanja) metod adaptivnog upravljanja. Stohastičko adaptivno upravljanje. Stabilnost i robusnost adaptivnih sistema. Adaptivni filteri. Praktični aspekti implementacije adaptivnog upravljanja. Primjeri primjene adaptivnog upravljanja.

Literatura:

- K.J. Astrom; B. Wittenmark, Adaptive Control, Dover Publication; 2008; ISBN: 0486462781
S. Sastry; M. Bodson, Adaptive Control: Stability, Convergence, Robustness; Prentice Hall Inc.; 1989
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.
N. Prljača, Z. Šehić, Automatsko upravljanje, analiza i dizajn, Tuzla, 2008.
J. Osmić, N. Prljača, Z. Šehić, Automatsko upravljanje I, zbirka riješenih zadataka, Soreli, Tuzla, 2013.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

AR705

Inteligentno upravljanje

Uža naučna oblast predmeta: Automatika i robotika

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Upoznati studente sa algoritmima vještačke inteligencije koji omogućavaju kreiranje inteligentnih sistema i inteligentno upravljanje u industrijskim sistemima, autonomnim sistemima i distribuiranim kompleksnim sistemima (multirobotski sistemi, inteligentni transportni sistemi, Cyberfizički sistemi). Razviti sposobnosti analize problema, projektovanja i upravljanja savremenim inteligentnim sistemima.

Sadržaj:

Pojam inteligentnih sistema. Pojam inteligentnog upravljanja. Doprinos vještačke inteligencije Industriji 4.0. Usporedba mašinskog i dubokog učenja. Plitke i duboke neuronske mreže. Arhitektura neuronskih mreža dubokog učenja. Algoritmi učenja neuronskih mreža. Primjena neuronskih mreža u klasifikaciji, predikciji, identifikaciji i upravljanju. Učenje sa podrškom (Reinforcement learning). Primjer samoučećih robota. Dizajn fuzzy kontrolera kompleksnih sistema. Adaptivne neuronske mreže sa fuzzy mehanizmom zaključivanja (ANFIS). CANFIS. Primjeri primjene u upravljanju i identifikaciji. Optimizacija sistema. Algoritmi jedno-ciljne i više-ciljne optimizacije. Primjeri primjene u upravljanju i savremenom dizajnu sistema. Kooperativna inteligencija. Teorija igara. Explainable AI i primjeri primjene.

Literatura:

1. Lejla Banjanović-Mehmedović: Inteligentni sistemi, univerzitetski udžbenik, 2011.
2. Alp Ustundag, Emre Cevikcan: "Industry 4.0: Managing The Digital Transformation", Springer 2018.
3. Stuart Russell, Peter Norvig: "Artificial Intelligence A Modern Approach", 2021.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz aktivnosti izrade seminarskog rada i projektnih zadataka. Završni ispit se izvodi kroz odgovore na pitanja iz pređenog gradiva i diskusiju seminarskih i projektnih zadataka.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

AR706

Napredna robotika

Uža naučna oblast predmeta: Automatika i robotika

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: ljetni

Ciljevi:

Cilj predmeta je upoznavanje studenata sa metodama modeliranja, planiranja i upravljanja naprednim industrijskim i mobilnim robotima.

Sadržaj:

Uvod u problematiku napredne robotike. Kinematsko modeliranje industrijskih i mobilnih robota. Neholonomni sistemi. Inverzno kinematsko modeliranje. Dinamičko modeliranje. Planiranje puta i trajektorije. Upravljanje kretanjem robota, praćenje trajektorije. Planiranje kretanja, navigacija. Reaktivna navigacija bazirana na FSM. Navigacija i planiranje kretanja bazirano na mapi, algoritam transformacije udaljenosti, D* algoritam, metod Voronoi mape puteva, metod probabilističke mape puteva (PRM).

Procjena poze robota, lokalizacija. Optimalni estimator (EKF) i asocijacija podataka. Simultana lokalizacija i mapiranje (SLAM). Napredni robotski senzori, obrada analiza i razumijevanje senzorskih informacija (standardne i termalne kamere, LIDAR, etc.). Tehnike mašinskog i dubokog mašinskog učenja (ML) u analizi i razumijevanju senzorskih informacija.

Literatura:

1. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo, Robotics, Springer, 2010
2. P. Corke, Robotics, Vision and Control, Springer-Verlag, 2011
3. C.M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006
4. L.R.G. Carrillo et al., Quad Rotorcraft Control – Vision Based Hovering and Navigation, Springer, 2013

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

BMI701

Biomedicinski inženjering

Uža naučna oblast predmeta: Biomedicinski inženjering

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Ovladavanje osnovnim i naprednim metodama za predstavljanje i pohranu medicinskih slika. Ovladavanje naprednim sistemima za dobijanje korisnih informacija iz slika i sistemima za podršku odlučivanju.

Sadržaj:

Akvizicija i modaliteti medicinske slike: rendgenske slike (X-ray), CT (Computed Tomography), MRI (Magnetic Resonance Imaging), ultrazvuk, nuklearna medicina i mikroskopija. Vizualizacija medicinske slike. Pohrana, arhiviranje i formati medicinske slike. Softver u biomedicini. Primjene metoda prepoznavanja uzoraka u medicini. Pretraživanje medicinske slike po sadržaju. Sistemi za podršku odlučivanju u medicini.

Literatura:

S.V. Madhally, Principles of Biomedical Engineering, Artech House, London, 2010

J. Enderle et al., Introduction to Biomedical Engineering, Second Edition, Elsevier Academic Press, 2005

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

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

BMI702

Analiza medicinske slike

Uža naučna oblast predmeta: Biomedicinski inženjering

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Cilj kursa je upoznati studente sa osnovnim konceptima i metodologijama analize medicinske slike kao i njenoj kliničkoj primjeni za dijagnozu, terapiju i intervenciju. U okviru kursa biće dat pregled različitih oblasti analize medicinske slike, kao što su vizualizacija, registracija i segmentacija, s naglaskom na razumijevanje teoretskih i praktičnih aspekata različitih metoda. Studenti će ovladati osnovnim softverskim alatima za analizu medicinske slike.

Sadržaj:

Osnovni softverski alati za analizu medicinske slike. Vizualizacija medicinske slike. Metode interpolacije. Metode filtriranja slike. Geometrijske transformacije. Neparаметarske nerigidne transformacije. Registracija slike bazirana na intenzitetima. Registracija slike bazirana na značajnim tačkama. Validacija registracije. Nenadzirana segmentacija. Nadzirana segmentacija. Deformabilni modeli. Statistički modeli oblika. Aktivni modeli oblika. Upotreba mašinskog učenja za analizu medicinske slike.

Literatura:

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

J. V. Hajnal, L.G. Hill, Derek, Medical Image Registration, CRC Press, 2001

A.P. Dhawan, Medical Image Analysis, Wiley-IEEE Press; 2 edition, 2011

M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle: "Image Processing, Analysis, and Machine Vision", Nelson Eng., 2014

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

EEMS701

Analiza kvaliteta električne energije

Uža naučna oblast predmeta: Elektroenergetske mreže i sistemi

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Cilj predmeta je upoznati i razviti interes studentima sa problemima vezanim za analizu kvaliteta električne energije fokusiranjem na analizu elektromagnetnih prelaznih pojava, propada i prekida napajanja i harmonika.

Sadržaj:

Fenomen kvaliteta električne energije, osnovni pojmovi i definicije, Propad napona: definicije, karakteristike i uzroci, propagacija i predstavljanje propada, posljedice propada, procedure za procjene performansi propada, simulacije propada, propagacija propada. Oprema osjetljiva na propade napona. Standardi u vezi propada napona. Harmonici: definicije, uzroci i posljedice harmonika. Fourierova analiza, harmoničke rezonancije, modeliranje, dizajniranje harmoničkih filtera i standardi u vezi harmonika. Kompenzacija reaktivne energije. Elektromagnetni tranzijenti: definicija, uzroci i posljedice tranzijenata.

Prenaponi: atmosferska pražnjenja, ferorezonancija, uključenje transformatora i kondenzatorskih baterija. Prenaponi u telekomunikacijskim i elektroničkim sistemima. Modeliranje i simulacija tranzijenata. Standardi u vezi tranzijenata. Flikeri, uzemljenja i šumovi: definicije, uzroci i posljedice. Sredstva za prigušenje i standardi. Uticaj distribuiranih izvora na kvalitet električne energije. Programski paketi za analizu kvaliteta električne energije: MATLAB/SPS, EMTP-ATP, EMTDC, SuperHarm. Monitoring kvaliteta električne energije.

Literatura:

1. Tokić, V. Milardić, "Kvalitet Električne Energije", PrintCom, 2016.
2. R.C.Dugan, M.F.McGranaghan, S.Santoso, H.W.Beaty, "Electrical Power Systems Quality", McGraw Hill, 2002.
3. M.H.J.Bollen, "Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions", IEEE Publishing, 2000.
4. E.Acha, M.Madrigal, "Power Systems Harmonics: Computer Modelling and Analysis", John Wiley & Sons, 2001.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

EEMS702

Distribuirani energetske resursi

Uža naučna oblast predmeta: Elektroenergetske mreže i sistemi

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Cilj predmeta je da se studenti upoznaju sa savremenim tehnologijama distribuiranih energetske resursa, sa tehničkim i ekonomskim karakteristikama distribuiranih energetske resursa, te ulogom uređaja energetske elektronike u aplikacijama distribuiranih resursa.

Sadržaj:

Pregled poluprovodničkih prekidača, statičke i dinamičke osobine tiristora, sklopovi za uključenje i isključenje tiristora, karakteristike, Pretvarački sklopovi, Tehnologije distribuiranih energetske resursa: Elektrane na vjetar, Male hidroelektrane, Fotonaponske solarne elektrane, Solarni termički sistemi, Gorive ćelije, DG bazirani na fosilnim gorivima, mikroturbine, Kombinovana proizvodnja električne energije i topline, Absorpcija, Trigeneracija, Toplotne pumpe (Princip rada, HP zrak-zrak, HP zrak-voda, HP voda-zrak), Tehnologije skladištenja električne energije, Električni akumulatori, Električni automobili, Power to Gas koncept, Zamašnjaci, Suprakondenzatori, Superprovodne zavojnice), Struktura, uloga i primjena naprednih elektroničkih sučelja u tehnologijama distribuirane proizvodnje, Korištenje softvera za dimenzionisanje solarnih i vjetroenergetske sistema.

Literatura:

N.Demirović: Distribuirani energetske resursi, 2012.

M. Bollen, F. Hassan: Integration of Distributed Generation in the Power System, 2011

Daniel W. Hart: "Power Electronics", McGraw-Hill, 2011.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz parcijalne provjere znanja ili kvizove. Parcijalne provjere znanja (2) su pismeni ispit sa više jednostavnijih pitanja, a polažu se u toku izvođenja nastave. Student je obavezan da uradi jedan seminarski rad vezan za tematiku predmeta i kojeg brani u sklopu završnog dijela ispita usmeno ili pismeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

EEMS703

Upravljanje energetske sistema

Uža naučna oblast predmeta: Elektroenergetske mreže i sistemi

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Osposobljavanje menadžera i stručnjaka različitih profila za rješavanje problema i izvršenje zadataka u oblasti planiranja, gradnje, upravljanja i održavanja energetske sistema.

Sadržaj:

Ciljevi i rezultati upravljanja energetikom; globalno i lokalno stanje na polju energetike, važnost upravljanja energetikom i temeljni elementi za energetske strategije društvene zajednice i industrije. Pneumatski i hidraulički energetske sistemi. Racionalna upotreba energenata u sistemima klimatizacije, građevinarstva, elektromotornih pogona, transporta, rasvjete. Fosilni energenti i obnovljivi izvori energije. Aktualizacijski metodi u optimiziranju električnih veličina elektroenergetskih sistema i razvoja energetske sistema.

Literatura:

1. S. Halilčević, Energija i energetika, Univerzitet u Tuzli, 2015.
2. S. Halilčević, Upravljanje energijom, Univerzitet u Tuzli, 2000.
3. B. Hagler, Energy Management for Companies, ECEP, 2000.
4. EU Directives, Green paper, White paper – <http://europa.eu/scadplus/leg/>.
5. B.L. Capehart, Guide to Energy Management, Wiley, 2006.
6. A.N. Bilge, T.A. Özgür, G.M. Erdem, Energy Systems and Management, Springer, 2015.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadataka, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

EEMS704

Primjena vještačke inteligencije u elektroenergetskom sistemu

Uža naučna oblast predmeta: Elektroenergetske mreže i sistemi

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Osnovni cilj predmeta je da kod studenata razvije interesovanje i razumjevanje savremenih metoda baziranih na vještačkoj inteligenciji. Studenti će biti upoznati i obučeni da koriste najsavremenije pristupe rješavanja realnih problema u elektroenergetskom sistemu (EES) primjenom vještačke inteligencije.

Sadržaj:

Uvod i istorijski razvoj vještačke inteligencije. Neuronske mreže: Neuron, Aktivacijske funkcije, Perceptron, Vrste neuronskih mreža, Procedure obučavanja, Višeslojni perceptron, RBF neuronska mreža, Samoorganizirajuća neuronska mreža, Podaci za neuronsku mrežu, Neuronske mreže u Matlab okruženju. Fuzzy skupovi: Osnovni koncept i definicije, Fuzzy brojevi, Fuzzy aritmetika. Fuzzy sistemi zaključivanja:

Mamdani sistem, Takagi-Sugeno sistem, Adaptivni neuro-fuzzy sistem – ANFIS. Klastering: osnove klasteringa, c-means klastering, fuzzy c-means klastering, Fuzzy sistemi i klastering u Matlab okruženju. Evolucijsko izračunavanje: Osnove evolucijskog izračunavanja, Genetski algoritma, Evolucijske strategije, Evolucijsko izračunavanje u Matlab okruženju. Optimizacija rojem čestica (Particle Swarm Optimization – PSO): Klasična PSO. PSO bazirana na evolucijskom izračunavanju. Primjena navedenih metoda u EES: prognoza opterećenja, prognoza izlaza fotonaponskih sistema, ekonomski dispečing, tokovi snaga, izbor optimalne konfiguracije u procesu planiranja distributivne mreže, odlučivanje na bazi fuzzy logike, i dr.

Literatura:

1. T. Konjić, G. Švenda, Odlučivanje i optimizacija, Repro Karić, Tuzla, ISBN: 978-9958-795-00-8, 2010.
2. T. Konjić, pripreme za predavanja kojim će se obuhvatiti osnovni aspekti i teme predviđene predmetom.
3. T. Ross, Fuzzy Logic with Engineering Applications, John Wiley & Sons, ISBN: 0470860758, 2004.
4. James Kennedy, Russel C. Eberhar, Swarm Intelligence, Academic Press, ISBN: 1-55860-595-9, 2001.
5. MATLAB - Fuzzy Toolbox, Simulink, Neural Network Toolbox
6. J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, E. Mizutani, Neuro-Fuzzy and Soft Computing, Prentice Hall, ISBN: 0-13-261066-3, 1997.
7. T. Konjić, Predviđanje opterećenja u distributivnom sistemu korištenjem neizrazite logike zaključivanja, doktorska disertacija, Fakultet elektrotehnike, Tuzla, 2003.
8. K. Tomsovic, M.Y. Chow, Tutorial on Fuzzy Logic Application in Power Systems, IEEE-PES Winter Meeting in Singapore, January 2000.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

EEMS705

Inteligentne elektroenergetske mreže

Uža naučna oblast predmeta: Elektroenergetske mreže i sistemi

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Analiza izazova koje integracija varijabilnih obnovljivih izvora energije kao i tržišno okruženje predstavlja u radu savremenih elektroenergetskih sistema. Upoznavanje sa konceptom inteligentnih prijenosnih i distributivnih mreža i savremenim rješenjima nadzora, upravljanja i sistemskih zaštita. Osiguravanje fleksibilnosti na strani proizvodnje i potrošnje. Koncept virtualnih elektrana i mikro mreža.

Sadržaj:

Izazovi integracije varijabilnih obnovljivih izvora energije i asinhrono-povezanih distribuiranih generatora u savremenim elektroenergetskim sistemima. Povećani zahtjevi osiguranja stabilnosti i sigurnosti velikih interkonekcija u tržišnom okruženju. Vizija i strategija elektroenergetskih mreža budućnosti. Inteligentna fleksibilna proizvodnja: resursi i potencijal. Inteligentne prenosne mreže. Primjena FACTS uređaja u prenosnim elektroenergetskim mrežama za upravljanje u stacionarnim i dinamičkim stanjima. Tehnologije sinhroniziranih mjerenja fazora. Nadzor, zaštita i upravljanje u proširenom prostoru. Inteligentni SCADA sistemi. Inteligentne distributivne mreže. Upravljanje potrošnjom i učešće fleksibilnih potrošača u pružanju sistemskih usluga. Korištenje tehnologije skladištenja električne energije i upravljanja multi-energetskim sistemima u inteligentnim prenosnim i distributivnim mrežama. Koncept virtualne elektrane, virtuelnih sinhronih generatora i mikro-mreže. Savremene informaciono-komunikacione tehnologije – infrastruktura inteligentnih mreža.

Literatura:

1. Ali Keyhani, Muhammad Marwali, „Smart Power Grids“, Springer 2011.
2. V. Pappu, M. Carvalho, P.M. Pardalos, „Optimization and Security Challenges in Smart Grids“, Springer 2013.
3. M. Begović, „Electric Transmission Systems and Smart Grids“, Springer 2013.
4. Bernd M. Buchholz, Zbigniew Styczynski, „Smart Grids, Fundamentals and Technologies in Electricity Networks“, Springer 2014.
5. U. Hager, C. Rehtanz, N. Voropai, „Monitoring, Control and Protection of Interconnected Power Systems“, Springer 2014.
6. A.R. Messina, „Wide-Area Monitoring of Interconnected Power Systems“, IET 2015.
7. C. Wang, J. Wu, J. Ekanayake, N. Jenkins, „Smart Electricity Distribution Networks“, CRC Press 2016.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

EEMS706 Primjena numeričkih tehnika u analizi prenosnih i distributivnih mreža

Uža naučna oblast predmeta: Elektroenergetske mreže i sistemi

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Cilj predmeta je da upozna studente sa savremenim numeričkim metodama rješavanja u elektroenergetskim mrežama.

Sadržaj:

Trendovi optimizacionih i stohastickih algoritama optimizacije, linearno programiranje, interior point metod za linearne, kvadratne i nelinearne probleme, tehnike dekompozicije. Lokalna i globalna konvergencija metoda. Cjelobrojno programiranje. Quasi-Newton metode, metode direktnih pretraživanja, stohastičko programiranje, metodi optimizacije bazirani na simulaciji. Metodi globalne optimizacije. Višekriterijska optimizacija. Hibridni pristupi rješavanja. Aplikacije numeričkih i optimizacionih tehnika u elektroenergetskim sistemima: unit commitment, optimalni tokovi snaga, planiranje izvora reaktivne snage, osnovi ekonomske analize, investicije i održavanje. Rješavanje nekih problema vezanih za integraciju vjetroelektrana u elektroenergetski sistem. Primjena savremenih softwareskih paketa na rješavanje problema u elektroenergetskim sistemima (na primjeru PSS®E). Mogućnosti automatizacije i ubrzanja opsežnih proračuna (primjenom Python programskog jezika).

Literatura:

1. J.Momoh, „Electric Power System Applications of Optimization“, CRC Press, 2009.
2. M.S.Bazaraa, H.D.Sherali, C.M.Shetty, "Nonlinear Programming: Theory and Algorithms", John Wiley & Sons, 2006.
3. K.Y.Lee, M.A.El-Sharkawi, „Modern Heuristic Optimization Techniques, Theory and Applications to Power Systems“, John Wiley&Sons, 2008.
4. F. Carl Knopf, "Modeling, Analysis and Optimization of Process and Energy Systems", Wiley, 2011.
5. M.U.Khalid et all, "Python based Power System Automation in PSS/E", University of Engineering and Technology, Lahore, 2011.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

EEMS707

Ispitne i mjerne metode u visokonaponskoj tehnici

Uža naučna oblast predmeta: Elektroenergetske mreže i sistemi

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: ljetni

Ciljevi:

Upoznavanje studentima sa načinima ispitivanja visokonaponske opreme, izvođenja istraživanja i praktičnih testova.

Sadržaj:

Visokonaponski uređaji i ispitna oprema. Visokonaponska laboratorija i zahtjevi koji se postavljaju sa aspekta njene sigurnosti. Izvori i vrste visokih napona kod normalnog rada električnih uređaja. Izvori i vrste velikih struja tokom rada električne opreme. Prekidanje struje kratkih spojeva i prelazni procesi pri prekidanju struje. Podnosivi naponi. Proizvodnja i mjerenja visokih napona i struja za ispitivanje izmjeničnim, istosmjernim i udarnim naponom i udarnom strujom. Ispitivanje stanja odvodnika prenapona. Mjerenja električnih i magnetnih polja. Mjerenja uticaja visokih napona i struja na sekundarnu opremu. Ispitivanja sekundarne opreme udarnim strujama.

Literatura:

M. S. Naidu, V. Kamaraju (2009.), High Voltage Engineering, Tata McGraw-Hill, New Delhi

E. Kuffel, W. S. Zaengl (2013.), High Voltage Engineering: Fundamentals, Pergamon Press

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

RI702

Napredne baze podataka

Uža naučna oblast predmeta: Računarstvo i informatika

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: RI207

Semestar: zimski

Ciljevi:

Upoznati studente s najnovijim tehnologijama u području baza podataka i njihove primjene. Obezbijediti teorijska i praktična znanja o naprednim opcijama u SQL standardu, distribuiranim bazama podataka i skladištima podataka, te naprednim bazama podataka kao što su xml, objektno-relacijske, objektno-relacijske i objektno-relacijske baze podataka. Polustrukturirani podaci. Pohrana i pretraživanje XML dokumenata. XML baze podataka. Prostorne i prostorno-vremenske baze podataka. NoSQL baze podataka.

Sadržaj:

Napredni SQL (prozori i funkcije za rad u prozorima, CTE i rekurzivni upiti, pivotiranje). Distribuirane baze podataka. Skladištenje podataka. Oblikovanje skladišta podataka. Objektno-orientisani i objektno-relacijski model podataka. Objektno-relacijske i objektno-orientisane baze podataka. Polustrukturirani podaci. Pohrana i pretraživanje XML dokumenata. XML baze podataka. Prostorne i prostorno-vremenske baze podataka. NoSQL baze podataka

Literatura:

Z. Skočir, I. Matasić, B. Vrdoljak, "Organizacija obrade podataka", MERKUR A.B.D., Zagreb, 2007;
M. Piattini and O. Diaz, "Advanced Database Technology and Design", Artech House, 2000;
Akmal B. Chaudhri, Awais Rashid, Roberto Zicari, "XML Data Management: Native XML and XML-Enabled Database Systems", Addison Wesley, 2003;
Pramod J. Sadalage, Martin Fowler, "NoSQL Distilled: A Brief Guide to the Emerging World of Polyglot Persistence", Addison Wesley, 2012.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

RI703

Napredna računarska grafika

Uža naučna oblast predmeta: Računarstvo i informatika

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: RI202, RI205

Semestar: zimski

Ciljevi:

Cilj predmeta je upoznavanje naprednih koncepata i metoda u trodimenzionalnoj računarskoj grafici. Fokus će biti na izučavanju savremenih metoda u renderingu, modeliranju i animaciji.

Sadržaj:

Napredne tehnike renderinga: Fotorealistični rendering, globalna iluminacija, rendering participativnih medija, praćenje zrake, Monte Carlo algoritam, preslikavanje fotona. Sinteza tekstura i obrada slike: Okolinsko preslikavanje, anizotropno zaglađivanje slike. Rendering volumena: pregled volumne grafike, algoritam pokretne kocke (engl. marching cubes), direktni rendering volumena. Površine i meshovi: modeliranje pomoću površina nastalih podjelom poligona (engl. subdivision surface), polja udaljenosti (engl. distance fields) i skupovi tačaka iste vrijednosti (engl. level sets). Fizikalno bazirano modeliranje: solver stabilnih fluida, Lattice Boltzmannova metoda. Grafički hardver: Opštenamjensko izračunavanje.

Literatura:

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

Tomas Moller, Eric Haines, Real-Time Rendering, A K Peters Ltd, 2nd Edition, 2002.

Matt Pharr, Greg Humphreys, Physically based Rendering: From Theory to Implementation, Morgan Kaufmann, 2004.

Alan H. Watt, Mark Watt, Advanced Animation and Rendering Techniques: Theory and Practice, Addison-Wesley, 1992.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

RI704

Softversko inženjerstvo

Uža naučna oblast predmeta: Računarstvo i informatika

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: MAT2, RI101

Semestar: zimski

Ciljevi:

Upoznati studente sa različitim, često suprotstavljenim, idejama i modelima softverskog inženjerstva, te njihovim prednostima i manama.

Sadržaj:

Softverski inženjerstvo kao disciplina. Zahtjevi i specifikacije. Oblikovanje i implementacija. Verifikacija i validacija. Održavanje i evolucija. Objektni model i njegovi elementi (apstrakcija, nasljeđivanje, učajurivanje, tipizacija). Klase i objekti. Koncept objekta: život objekta: vrste objekata: Klase: tipovi i apstrakcija podataka. Nasljeđivanje: oblikovanje nasljeđivanja. Prototip i delegiranje. Višestruko nasljeđivanje i hijerarhija nasljeđivanja. Polimorfizam. Dinamičko vezivanje. Uporedna analiza tradicionalne i objektno paradigme. Data mining.

Literatura:

I. Sommerville, "Software Engineering", 6th ed., Addison-Wesley, 2001.

C. Eastel, G. Davies, "Software Engineering Analysis and Design", McGraw-Hill Book Company, 1989.

N. Sarajlić, "Softversko inženjerstvo", Skripta, FE Tuzla, 2007.

M. Đurek, "Odabrana poglavlja softverskog inženjeringa", Skripta, FE Tuzla, 2005

D. Radosav, "Softversko inženjerstvo", Fakultet informacionih Tehnologija Mostar, 2006

B. Jošanov, P. Tumbas, "Softversko inženjerstvo", Novi Sad, 2002.

R. Pressman, Software Engineering, "A Practitioner's Approach", sixth ed. European Adaption (840 p), McGraw-Hill, 2004.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadataka, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

RI706

Dizajn i implementacija procesora

Uža naučna oblast predmeta: Računarstvo i informatika

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: RI201

Semestar: ljetni

Ciljevi:

Po završetku kursa, studenti će: razumjeti principe HDL-a (Hardware Description Language) korištenjem jezika Verilog, znati primijeniti HDL za dizajn i implementaciju procesora, znati koristiti HDL simulacione alate u fazi dizajna, znati implementirati procesor na ciljnoj FPGA platformi.

Sadržaj:

HDL koncepti. Verilog tipovi podataka, vrijednosti, registri, žice i moduli. Verilog kontrolne strukture. Verilog simulatori Icarus i Verilator. Dizajn, simulacija i implementacija jednociklusnog procesora. Dizajn, simulacija i implementacija procesora sa cjevovodom. Tretman prekida. Organizacija memorije.

Literatura:

Hennessy and Patterson, "Computer Architecture: A Quantitative Approach", Morgan Kaufmann, 2011

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

RI707

Napredno funkcionalno programiranje

Uža naučna oblast predmeta: Računarstvo i informatika

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: RI403

Semestar: zimski

Ciljevi:

Nakon završenog kursa, studenti će:

- poznavati tehnike za implementaciju programa upotrebom apstrakcija iz domena teorije kategorija,
- poznavati metode kompozicije različitih tipova determinističnih i nedeterminističnih progračuna,
- znati kreirati konkurentne programe upotrebom softver transakcijske memorije (STM),
- savladati umjereno kompleksne aspekte programskog jezika Haskell,
- dobiti teoretsku fondaciju koja omogućava čitanje i razumijevanje novijih naučnih radova iz domena funkcionalnog programiranja.

Sadržaj:

Pregled osnova funkcionalnog programiranja. Bitne apstrakcije funkcionalnog programiranja: Monoid, Functor, Applicative, Monad, Category, Arrow. Napredne kompozicije funkcionalnog koda: Monad transformers, Free monad, Continuation monad. Tretman efekata. Konkurentni, asinhroni i paralelni FP programi

Literatura:

1. Alejandro Serrano Mena, "Practical Haskell", Apress, 2019
2. Alejandro Serrano Mena, "The Book of Monads", LC Press, 2018
3. Simon Marlow, "Parallel and Concurrent Programming in Haskell", O'Reilly, 2013

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

SKE702

Tehnička dijagnostika

Uža naučna oblast predmeta: Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: ESKE105, ESKE304

Semestar: zimski

Ciljevi:

Upoznati studente sa savremenim metodama dijagnosticiranja složenih tehničkih sistema.

Sadržaj:

Principi tehničke dijagnostike. Zadaci tehn. dijagnostike: geneza, dijagnoza i prognoza. Parametri tehničke dijagnostike. Primjena matematičkog modelovanja kod tehničke dijagnostike. Senzori i transduktori. Osobine mjerenih veličina sa fizikalnog, hemijskog i biološkog aspekta, Nauka o materijalima za proizvodnju senzora, hemijski i fizikalni aspekt – osobine materijala (metali, plazma, gasovi), Nanotehnologija – MEMS (Mikroelektromehanički sistemi), sa laboratorijskim vježbama iz oblasti mjerenja sensorima temperature, pritiska, protoka, koncentracije gasa, zatim mjerenja u optičkom spektru, te mjerenja napona i struje. Metode utvrđivanja neispravnosti. Dijagnostički postupci. Vibraciona analiza kao ključ preventivnog održavanja električnih mašina. Klasifikacija, teorija i karakteristike. Potrebe dijagnosticiranja tehničkih sistema. Ocjena stanja tehničkih sistema. Dijagnoza složenih tehničkih sistema. Uticaj tehničke dijagnostike na pozdanost i kvalitet. Primjeri tehničke dijagnostike u uslovima realnih tehničkih sistema.

Literatura:

W.Boyes, "Instrumentation Reference Book", Boston, Oxford, Johannesburg, Melbourne, New Delhi, Singapore, 3rd, 2003.

Kilian, "Modern Control Technology Components and Systems", Delmar, 2002.

P.Girdhar, C.Scheffer, "Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance", Newnes, Oxford, 2003.

J.R.Sinclair, "Sensors and Transducers", Newnes, Third edition, Oxford, 2001.

R.S.Burns, "Advanced Control Engineering", Butterworth Heinemann, Oxford, 2001.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

SKE703

Upravljanje i regulacija elektromotornih pogona

Uža naučna oblast predmeta: Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: ESKE302

Semestar: zimski

Ciljevi:

Upoznati studente sa savremenim metodama i najnovijim dostignućima u oblasti upravljanja i regulacije EMP.

Sadržaj:

Elementi upravljačko regulacionog kruga. Prijenosne funkcije električnih mašina. Prijenosna funkcija sistema povezanih komponenti. Upravljanje i regulacija istosmjernih EMP. Tiristorski EMP. Regulacija brzine promjenom napona armature i magnetnog fluksa. Kombinovana metoda regulacije brzine istosmjernog EMP. Statički pretvarači napona i frekvencije indirektni, direktni pretvarači. Upravljanje i regulacija asinhronih EMP. Podsinrone kaskade za regulaciju snage klizanja. Skalarno upravljanje asinhronog motora pri različitom odnosu ulaznih veličina. Principi vektorskog upravljanja. Vektorski modeli izmjeničnih mašina. Vektorske elektromagnetne i mehaničke jednačine u stacionarnom koordinatnom sistemu. Jednačine u koordinatnom sistemu polja. Naponski i strujni modeli. Regulacija motora po teoriji orijentacije polja. Direktna orijentacija polja. Određivanje vektora polja pomoću struje i napona. Regulacija momenta direktnom orijentacijom polja. Direktno upravljanje momentom (DTC). Upravljačka elektronika i senzori. Identifikacija parametara - bezsenzorsko upravljanje. Optimiranja parametara upravljačko regulacionog kruga EMP.

Literatura:

- I. Boldea, S. Nasar, "Electric Drives", Prentice Hall, 2006.
I. Flegar, "Elektronički energetske pretvarači", Stručna knjiga Zagreb, 2010..
F.Bilalović, "Upravljanje obrtnih električnih mašina napredne metode", Sarajevo, 1997.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

SKE704**Nove tehnologije u sistemima konverzije energije**

Uža naučna oblast predmeta: Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Upoznati studente sa novim tehnološkim aspektima u sistemima konverzije energije.

Sadržaj:

Supravodljivost. Supravodiči. Primjena supravodiča u električnim vodičima, elektromagnetima, motorima, generatorima, limitatorima struje, sistemima magnetne levitacije (MAGLEV). Novi izvori energije. Novi materijali. Projektovanje podržano računarom (CAD). Elementi CAD sistema: hardware, software, geometrijski modeli, tipovi CAD sistema. Primjena CADa: system i korisnik, koncept baze podataka u projektovanju. Zakonski okvir i preporuke EU vezane za energetske efikasnost. Indikatori za ocjenu efikasnosti proizvodnje i potrošnje energije. Energetski audit. Primjena novih tehnologija u SKE, sa ciljem postizanja/povećanja energetske efikasnosti u industriji, zgradarstvu i transportu. Mjere za povećanje energetske efikasnosti u industriji, zgradarstvu, transportu.

Literatura:

1. Anne E. Maczulak (2009) Renewable Energy: Sources and Methods, Infobase Publishing, 0816072035, 9780816072033
2. A. Sumper, A. Baggini, "Electrical Energy Efficiency: Technologies and Applications", Wiley Online publishing, 2012.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

SKE706**Interakcija električne mreže i pogonskih motora**

Uža naučna oblast predmeta: Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: ESKE105, ESKE302

Semestar: ljetni

Ciljevi:

Upoznati studente sa smetnjama koje nastaju pri radu pogonskih motora, a posljedica su narušenih parametara kvaliteta električne energije.

Sadržaj:

Uticaj kvaliteta električne energije na rad pogonskih motora: Problemi povezivanja izmjenične i istosmjerne mreže putem pretvarača, pojava jalove snage, viših harmonika struje, distorzije napona mreže. Smetnje u radu pogonskih motora: Smetnje zbog nestandardnog oblika napona, promjenljive visine napona, uticaja viših harmonika, distorzije napona, nesimetrije trofazne mreže i sl. Smetnje u radu pogonskih motora pri ponovnom ukapčanju. Vektorski dijagram napona i magnetskog fluksa u prekapčanju ili ponovnom ukapčanju asinhronog motora. Mogućnost ponovnog ukapčanja bez opasnosti po asinhroni motor. Problematika pokretanja pogonskih motora velike snage: Teški pogoni, udarci tereta, direktno pokretanje, sukcesivno pokretanje višepogonskih jedinica, pokretanje pomoću zaletnih uređaja, fluidnih spojnica, SOFT startera i sl. Principi zaštite pogonskih motora od smetnji koje potiču od električne mreže i radnog mehanizma.

Literatura:

A.Šabanović, “Klizni režimi u upravljanju električnih mašina”, ETF Sarajevo, 2003.
B. Jeftenić, V. Vasić, Đ. Oros, “Regulisani EMP”, Akademska misao, Beograd, 2004.
B. Singh, A. Chandra, K. Al-Hadad, “Power Quality Problems”, Wiley, 2015.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

SKE707

Metode proračuna spregnutih elektromagnetnih i termičkih polja

Uža naučna oblast predmeta: Elektrotehnika i sistemi konverzije energije

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: ESKE107, ESKE303

Semestar: zimski

Ciljevi:

Upoznati studente sa savremenim metodama i najnovijim dostignućima vezanim za proračun spregnutih elektromagnetnih i termičkih polja.

Sadržaj:

Diferencijalne i integralne jednačine za predstavljanje i numeričko rješavanje polja. Osnovi teorije sličnosti. Analogija električnih i toplotnih procesa. Pregled metoda za numeričko rješavanje problema polja (konačne diferencije, konačni elementi, granični elementi, metode momenata). Numeričko modeliranje elektrostatičkih problema, kvazistatičkih problema, tranzijentnih problema. Numeričko modeliranje elektromagnetskih polja: statički/kvazistatički problemi (linearni/nelinearni problemi); modeliranje vrtložnih struja; tranzijentni problemi; visokofrekventni problemi. Numeričko modeliranje termičkih i mehaničkih problema. Modeliranje uzajamno spregnutih problema (elektromehanički, elektrotermički, termomehanički,...) Numerički postupci i metode proračuna EMC. Primjeri primjene proračuna u sistemima i uređajima u elektroenergetici, električnim mašinama i transformatorima i novim električnim tehnologijama.

Literatura:

Z. Haznadar, Ž. Štih, “Elektromagnetizam I i II”, Školska knjiga, Zagreb, 1997.
Zienkiewicz, “The Finite Element Method”, McGraw Hill, London, 1977.
Mitchel, “CIM Systems, an Introduction to Computer Integrated Manufacturing”, Prentice-Hall, 1991.
Rembold, Dillman, “Computer-Aided Design and Manufacturing”, Springer-Verlag, Berlin, 1986.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka. Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

TK701

Mrežna sigurnost

Uža naučna oblast predmeta: Telekomunikacije

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: RI501

Semestar: zimski

Ciljevi:

Ovladati konceptima mrežne sigurnosti. Studentima će se predstaviti principi i tehnologije za implementaciju mrežne sigurnosti. Objašnjenje najčešćih ranjivosti mreže i napada, te odbrambenih i kriptografskih mehanizama.

Sadržaj:

Osnove kriptografije. Autentifikacija i uspostavljanje ključeva. Napad «buffer overflow». TCP/IP i DNS sigurnost. IPSEC. SSL/TLS. Internet sigurnost. Spam, krađa identiteta, uskraćivanje usluge (DoS). Vatrozid i sistemi za otkrivanje upada. Filteri paketa, kriptovani tuneli, kolačići.

Literatura:

Kaufman, Perlman, and Speciner, "Network Security: PRIVATE Communication in a PUBLIC World", 2th edition

Cole, Krutz, Conley, "Network Security Bible", Wiley Publishing, 2005.

K. T. Fung, "Network Security Technologie ", 2th edition, CRC Press, 2005.

Kaufman, Perlman, and Speciner, "Network Security: PRIVATE Communication in a PUBLIC World", 2th edition

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

TK702

Softverski definirano umrežavanje

Uža naučna oblast predmeta: Telekomunikacije

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi:

Semestar: zimski

Ciljevi:

Cilj predmeta je naučiti studente o softverski definiranom umrežavanju i prezentirati kako se na softverski definiran način upravlja, održava i štite komunikacijske mreže.

Sadržaj:

Osnove softverski definirane mreže (SDN). Virtualizacija mrežnih funkcija (NFV). SDN arhitektura (aplikacijski, upravljački, infrastrukturni sloj). Kontrolna i podatkovna ravan (interfejsi). Nova generacija protokola (primjer OpenFlow). Primjeri implementacije SDN kontrolera i tehnologija (primjeri Open vSwitch, OpenDaylight, Ryu, ONOS (Open Network Operating System), POX, Mininet, i sl.). Softverski definirano umrežavanje u oblaku i podatkovnom centru. Softverski definirano skladište i mreže isporuke sadržaja. Sigurnost softverski definiranog umrežavanja. Virtualni mrežni servisi (primjer Openstack, i sl.).

Softverski definirano umrežavanje u bežičnim mrežama (primjeri: OpenWRT i sl.). Umrežavanje za podatkovnu analitiku. Primjeri upotrebe.

Literatura:

Azodolmolky, S., Software Defined Networking with OpenFlow, 2013.

Goransson, P. & Black, C., "Software Defined Networks: A Comprehensive Approach, First Edition", Morgan Kaufmann, 2014.

Jim Doherty, SDN and NFV Simplified: A Visual Guide to Understanding Software Defined Networks and Network Function Virtualization, Addison-Wesley Professional; 2016.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

TK703

Multimedijski komunikacijski sistemi i usluge

Uža naučna oblast predmeta: Telekomunikacije

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: TK406, TK003

Semestar: zimski

Ciljevi:

Upoznati studente sa savremenim tehnikama i tehnologijama u multimedijskim komunikacijskim sistemima, te multimedijskim uslugama.

Sadržaj:

Multimedijske komunikacije - model, tehnološki okvir, standardizacijski okvir, evolucija i konvergencija. Metode isporuke multimedijskih sadržaja. Standardi u multimedijskim komunikacijama. Dizajn multimedijskih komunikacijskih sistema. Distribuirani multimedijski sistemi. Podrška za IP multicast tehnologije i broadcasting tehnologije. Multimedijska integracija i interaktivna multimedija. Hipermedija. Osnovne kategorije i vrste multimedijskih usluga. Distribuirane multimedijske usluge. Multimedijske interaktivne usluge. Primjeri multimedijskih mreža i usluga. Pregled protokola relevantnih za implementaciju multimedijskih usluga.

Literatura:

D. Kanellopoulos, Emerging Research on Networked Multimedia Communication Systems (Advances in Multimedia and Interactive Technologies), IGI Global, 2015.

K.R. Rao, Z.S. Bojkovic, D.A. Milovanovic, Introduction to multimedia communications: applications, middleware, networking, Wiley, 2006.

K.R. Rao, Z.S. Bojkovic, D.A. Milovanovic, Multimedia communication systems, Prentice-Hall, PTR, 2002.

M.Poikselka, G.Mayer, H.Khartabi, A.Niemi, The IMS IP Multimedia Concepts and Services, John Wiley and Sons, 2006.

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

TK705

Programiranje telekomunikacijskih sistema

Uža naučna oblast predmeta: Telekomunikacije

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: TK404

Semestar: ljetni

Ciljevi:

Kurs ima za cilj studentima prezentirati principe programiranja telekomunikacijskih sistema.

Sadržaj:

Koncept SoC-a (System on Chip) i njegova uloga u razvoj telekomunikacijskog sistema. Programiranje SoC-a i mikrokontrolera u telekomunikacijskim sistemima. Primjeri implementacije IEEE 802.11 b/g/n, IEEE 802.15.1 i IEEE802.15.4 telekomunikacijskog sistema na bazi SoC-a i namjenskih komunikacijskih modula – senzorske mreže. Mikrokontroleri sa DSP podrškom za implementaciju OFDM baziranog primopredajnika i superheterodinskog prijemnika. Analiza performansi komunikacijskih protokola u osnovnom opsegu (SPI, I2C, I2S) i protokola u transponovanom opsegu. Koncept OAP (over the air) programiranja mikrokontrolera na primjeru bežičnih senzorskih mreža. Tehnike generiranja slučajnog šuma neophodne za analizu performansi telekomunikacijskih sistema (primjer performansi ASK, PSK i FSK sistema u osnovnom opsegu). Performanse algoritama diskretnih transformacija: DFT, Wavelet, DHT i STFT, u procesu estimacije spektralne gustine snage signala. Periodogram. Principi implementacije tehnika multipleksiranja signala i višestrukog pristupa mediju na mikrokontrolerskim platformama sa ultra-niskom snagom disipacije.

Literatura:

J.G. Proakis, Digital Communications, 5th ed, 2007.

J.G. Proakis, Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications, 4th ed, 2007.

E. Ifeachor and B. Jervis: Digital Signal Processing: A Practical Approach, 2nd ed, 2001.

Donald S. Reay, Digital Signal Processing Using the ARM Cortex M4, Wiley, 2015

Metode provjere znanja:

Tokom semestra se obavlja kontinuirana provjera znanja kroz neke od narednih aktivnosti: izrada zadaća, testova, seminarskih radova ili projektnih zadataka.

Završni ispit se radi pismeno ili usmeno.

Šifra i naziv nastavnog predmeta:

TK706

IoT sistemi

Uža naučna oblast predmeta: Telekomunikacije

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

Ukupno kontakt sati u semestru: 45

Broj ECTS kredita: 6 ECTS

Preduslovi: TK202, TK203, TK404

Semestar: zimski

Ciljevi:

Upoznavanje studenata sa principima rada i projektovanja pametnih sistema (pametne kuće, pametni energetske sistemi, pametni sistemi u zdravstvu, poljoprivredi,..), tehnologijama umrežavanja IoT sistema, razvojem aplikacija za IoT, problemima bezbjednosti i principima obrade podataka u oblasti IoT sistema.

Učenje studenata za projektovanje i povezivanje u mrežu sistema pametnih uređaja, implementaciju platformi i inteligentnih okruženja i rad na razvoju rješenja za različite oblasti primjene IoT tehnologije.

Sadržaj:

Principi IoT i konvergencija različitih koncepata. Arhitektura i dizajn IoT sistema. Pametni uređaji i tehnologije za umrežavanje. IoT mrežni sloj. IoT protokoli na aplikacijskom sloju. Principi razvoja IoT aplikacija. Tehnike obrade i analize podataka u okviru IoT mreža. Bezbjednost u IoT mrežama. Standardizacija IoT mreža. Praktični primjeri IoT sistema.

Literatura:

1. D. Hanes, G. Salgueiro, P. Grossetete, R. Barton, and J. Henry, IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things, Cisco Press, 2017.
2. Rajkumar Buyya, Amir Vahid Dastjerdi, Internet of Things, Principles and Paradigms, Elsevier Inc. 2016.
3. Ryan Betts, Architecting for the Internet of Things, VoltDB, Inc. 2016.
4. David Hanes, Gonzalo Salgueiro, Patrick Grossetete, Robert Barton, Jerome Henry, IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things, Cisco Systems, Inc. 2017.
5. S. C. Mukhopadhyay, Internet of Things: Challenges and Opportunities, Springer, 2014.
6. F. Behmann, and K. Wu, Collaborative Internet of Things (C-IoT): For Future Smart Connected Life and Bussines, John Wiley & Sons Ltd., 2015.

Metode provjere znanja:

Ocjena na ispitu zasnovana je na ukupnom broju bodova koje je student stekao ispunjavanjem predispitnih obaveza i polaganjem završnog ispita.
