

UNIVERZITET U SARAJEVU  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET U SARAJEVU

NASTAVNI PLAN I PROGRAM  
TREĆEG CIKLUSA STUDIJA  
NA  
ELEKTROTEHNIČKOM FAKULTETU  
U SARAJEVU

**~ Oblast automatika i elektronika ~**

<b>Oblast</b>	Automatika i elektronika
<b>Ciklus</b>	Treći ciklus studija
<b>Godina</b>	Prva godina
<b>Semestar</b>	Prvi semestar

<b>Predmeti</b>							
<b>N</b>	<b>Naziv</b>	<b>Šifra</b>	<b>ECTS</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>K</b>
1.	Multivarijabilni sistemi	ETF-AE0 MS III-1145	8.0	45	15	15	15
2.	Objavljeni radovi 1.1.	ETF AEO OR III -1190	14,0	90			
3.	Izborni predmet 1.1		8.0	45	15	15	15
<b>UKUPNO:</b>			30,0	180	30	30	30

<b>Izborni predmet 1.1</b>							
<b>N</b>	<b>Naziv</b>	<b>Šifra</b>	<b>ECTS</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>K</b>
1.	Metode i alati za opis hardvera	ETF-AEI MAOH III-1145	8.0	45	15	15	15
2	Principi savremenih zaštita i mjerenja	ETF-AEI PSZM III -1145	8.0	45	15	15	15

**Legenda:**

S	-	Sati po semestru
P	-	Predavanja po semestru
V	-	Laboratorijske vježbe
K	-	Konsultacije

<b>Oblast</b>	Automatika i elektronika
<b>Ciklus</b>	Treći ciklus studija
<b>Godina</b>	Prva godina
<b>Semestar</b>	Drugi semestar

<b>Predmeti</b>							
<b>N</b>	<b>Naziv</b>	<b>Šifra</b>	<b>ECTS</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>K</b>
1.	Objavljeni radovi 1.2.	ETF-AEO OR III-1290	14,0	90			
2.	Izborni predmet 2.1		8.0	45	15	15	15
3.	Izborni predmet 2.2		8.0	45	15	15	15
<b>UKUPNO:</b>			30,0	180	30	30	30

<b>Izborni predmet 2.1, Izborni predmet 2.2</b>							
<b>N</b>	<b>Naziv</b>	<b>Šifra</b>	<b>ECTS</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>K</b>
1.	Adaptivno i robusno upravljanje	ETF-AEI ARU III-1245	8.0	45	15	15	15
2.	Zaštita i upravljanje obnovljivim izvorima energije	ETF-AEI ZUOIE III-1245	8.0	45	15	15	15
3	Sistemi upravljanja u realnom vremenu	ETF-AEI SURV III-1245	8.0	45	15	15	15
4	Upravljanje energetskim pretvaračima	ETF-AEI UEP III-1245	8.0	45	15	15	15
5	Sigurnosno integrisani sistemi	ETF-AEI SIS III-1245	8.0	45	15	15	15
6	Višekriterijalno optimalno upravljanje	ETF-AEI VOU III-1245	8.0	45	15	15	15

**Legenda:**

S	-	Sati po semestru
P	-	Predavanja po semestru
V	-	Laboratorijske vježbe
K	-	Konsultacije

<b>Oblast</b>	Automatika i elektronika
<b>Ciklus</b>	Treći ciklus studija
<b>Godina</b>	Prva godina
<b>Semestar</b>	Drugi semestar (za magistre nauka koji su završili studij po AB sistemu)

<b>Predmeti</b>							
<b>N</b>	<b>Naziv</b>	<b>Šifra</b>	<b>ECTS</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>K</b>
1.	Priznaje se 60 ECTS studijskih bodova po osnovu predhodnog obrazovanja I stečenog naučnog stepena magistra nauka prije uvođenja Bolonjskog Sistema studija	ETF AEO III.12360	60,0	360	60		300
<b>UKUPNO:</b>			60,0	360	60		300

**Legenda:**

S	-	Sati po semestru
P	-	Predavanja po semestru
V	-	Laboratorijske vježbe
K	-	Konsultacije

<b>Oblast</b>	Automatika i elektronika
<b>Ciklus</b>	Treći ciklus studija
<b>Godina</b>	Druga godina
<b>Semestar</b>	Treći semestar

Predmeti							
N	Naziv	Šifra	ECTS	S	P	V	K
1.	Objavljeni radovi 2.3.	ETF-AEO OR III-2315	2,00	15			
2.	Priprema i odbrana teme doktroske disertacije (projekta)	ETF-AEO POTDD III - 2370	12,0	70			
3.	Izborni predmet 3.1		8,0	45	15	15	15
4.	Izborni predmet 3.2		8,0	45	15	15	15
<b>UKUPNO:</b>			30,0	175	30	30	30

Izborni predmet 3.1, Izborni predmet 3.2							
N	Naziv	Šifra	ECTS	S	P	V	K
1.	Modelsko prediktivno upravljanje	ETF-AEI MPU III-2345	8.0	45	15	15	15
2.	Objektno orjentirane zaštite	ETF-AEI OOOZ III-2345	8.0	45	15	15	15
3.	Napredne tehnike upravljanja nelinearnim sistemima	ETF-AEI NTUNS III-2345	8.0	45	15	15	15
4.	Hibridni inteligentni sistemi	ETF-AEI HIS III-2345	8.0	45	15	15	15
5.	Sistemi energetske elektronike za alternativne izvore energije	ETF-AEI SEEAIE III-2345	8.0	45	15	15	15
6.	Napredni dizajn ugradbenih sistema	ETF-AEI NDUS III-2345	8.0	45	15	15	15

**Legenda:**

S	-	Sati po semestru
P	-	Predavanja po semestru
V	-	Laboratorijske vježbe
K	-	Konsultacije

<b>Oblast</b>	Automatika i elektronika
<b>Ciklus</b>	Treći ciklus studija
<b>Godina</b>	Druga godina
<b>Semestar</b>	Četvrti semestar

<b>Predmeti</b>							
<b>N</b>	<b>Naziv</b>	<b>Šifra</b>	<b>ECTS</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>K</b>
1.	Priprema radne verzije doktorske disertacije	ETF AEO PRVDD III-24180	30,0	180			180
<b>UKUPNO:</b>			<b>30,0</b>	<b>180</b>			<b>180</b>

**Legenda:**

S	-	Sati po semestru
P	-	Predavanja po semestru
V	-	Laboratorijske vježbe
K	-	Konsultacije

**Oblast** Automatika i elektronika

**Ciklus** Treći ciklus studija

**Godina** Treća godina

**Semestar** Peti semestar

Predmeti							
N	Naziv	Šifra	ECTS	S	P	V	K
1.	Prezentacija radne verzije doktorske disertacije	ETF AEO PRVDD III-35180	30,0	180			180
UKUPNO:			30,0	180			180

**Legenda:**

S - Sati po semestru  
P - Predavanja po semestru  
V - Laboratorijske vježbe  
K - Konsultacije

**Oblast** Automatika i elektronika

**Ciklus** Treći ciklus studija

**Godina** Treća godina

**Semestar** Šesti semestar

Predmeti							
N	Naziv	Šifra	ECTS	S	P	V	K
1.	Obrana doktorske disertacije	ETF AEO ODD III-36180	30,0	180			180
UKUPNO:			30,0	180			180

**Legenda:**

S - Sati po semestru  
P - Predavanja po semestru  
V - Laboratorijske vježbe  
K - Konsultacije



<b>Naziv</b>	Multivarijabilni sistemi
<b>Šifra</b>	ETF-AEO MS III-1145
<b>Godina</b>	Prva
<b>Semestar</b>	Prvi
<b>Tip</b>	Obavezni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

### Cilj kursa

Znanja	Upoznavanje sa osnovnim konceptima multivarijabilnog upravljanja, analize stabilnosti multivarijabilnih sistema i procjene njihovih upravljačkih performansi. Naučiti kako modelirati multivarijabilne sisteme korištenjem ulazno-izlaznih opisa procesa, te usvojiti osnovne koncepte sinteze multivarijabilnih sistema.
Vještine	Sinteza i praktična implementacija različitih regulatora u upravljanju složenim, viševarijabilnim sistemima. Studenti će se osposobiti u rukovanju softverskim alatima i hardverskim modulima koji omogućuju upravljanje multivarijabilnim sistemima u stvarnom vremenu.
Kompetencije	Osposobljavanje u izboru odgovarajućih upravljačkih varijabli s ciljem minimiziranja efekta interakcija petlji u multivarijabilnim sistemima.

### Program

Predavanja	<p>1.Osnove multivarijabilnih sistema upravljanja Uvod u multivarijabilne sisteme. Ograničenja na performanse SISO i MIMO sistema: gubitak upravljivosti i osmotrivosti, vremenska kašnjenja, nekauzalnost, ulazna ograničenja, neizvjesnost, fazno zaostajanje, utjecaji polova i nula.</p> <p>2.Analiza performansi i stabilnosti multivarijabilnih sistema Neizvjesnost i robusnost SISO sistema. Robusna stabilnost i analiza performansi, <math>\mu</math>-sinteza i D-K iteracija. Teorem malog pojačanja. Algebarske Riccatijeve jednačbe i matrica Hamiltonijana.</p> <p>3.Sinteza multivarijabilnih regulatora KBF (Kalman Bucy Filter) problem. RGA (Relative Gain Array) metod za izbor ulazno-izlaznih parova. Projektiranje multivarijabilnih sistema. LTR (Loop Transfer Recovery) i LQR/LQG regulatori. Sinteza <math>H_2</math> i <math>H_\infty</math> regulatora.</p> <p>4.Modeliranje neizvjesnosti i parametrizacija Projektiranje modelski zasnovanih kompenzatora postavljanjem polova i</p>
------------	--

korištenjem internog modela. Modeliranje neizvjesnosti, aditivno i multiplikativno modeliranje greški. Strukturirana neizvjesnost. Optimizacija i Youla parametrizacija. Redukcija modela, optimalna Hankel norma aproksimacije. LMI (Linear Matrix Inequalities) problem.  
5. Inteligentno multivarijabilno upravljanje  
Strukture inteligentnih multivarijabilnih sistema upravljanja: neizrazite i neuronske. Primjeri sinteze neizrazitih i neuronskih regulatora u upravljanju različitim multivarijabilnim sistemima.

#### Vježbe

1. Modeliranje multivarijabilnih sistema – primjer nelinearnog modela 2DOF helikoptera.  
1. Sinteza LTR (Loop Transfer Recovery) i LQR/LQG multivarijabilnih regulatora upravljanja mobilnim robotom.
2. Projektiranje  $\mu$  regulatora upravljanja DC motorom sa neizvjesnostima i nemodeliranom dinamikom uz analizu robusne stabilnosti i upravljačkih performansi.
3. Reduciranje reda modela s aditivnim i multiplikativnim modeliranjem greški i upotrebom LMI parametrizacije s računanjem Hankelovih singularnih vrijednosti (primjer hodajućeg robota sa 48 stanja).
4. Dizajn i implementacija neizrazitog regulatora za regulaciju elevacijskih i azimutnih uglova 2DOF laboratorijskog modela helikoptera (Humusoft CE 150).

#### Literatura

##### Preporučena

1. S. Skogestad & I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control: Analysis and Design, Wiley-Interscience, Chichester, 2007.
2. J. Maciejowski, Multivariable Feedback Design, Addison-Wesley, New York, 1993.
3. P. Albertos & A. Sala, Multivariable Control Systems: An Engineering Approach, Springer Verlag, London, 2004

##### Dopunska

#### Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:  
Direktna predavanja u sali.  
Vježbe u laboratoriji.  
Konsultacije sa studentima u definiranju seminarskih radova i praćenju dinamike njihove realizacije.

#### Način provjere znanja

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu:  
Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova.  
Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 25 bodova.  
Realizacija seminarskog rada: maksimalno 25 bodova.  
Završni ispit: maksimalno 40 bodova.

#### Oprema

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskog rada podrazumijeva korištenje sljedeće opreme:  
1. Laboratorijski modeli procesa (Laboratorijski model 2DOF helikoptera

Humusoft CE 150, Pioneer 3DX mobilni robot s diferencijalnim pogonom, maketa sistema s servomotorom, enkoderom i pojačalom snage).

2.Oprema za akviziciju podataka (MF624 multifunkcionalna kartica, dSPACE CLP 1104 upravljački modul).

3.Softver: Matlab/Simulink/Real-Time Workshop, Real-Time Workshop Target, Fuzzy Logic Toolbox, Robust Control Toolbox.

<b>Naziv</b>	Metode i alati za opis hardvera
<b>Šifra</b>	ETF-AEI MAOH III-1145
<b>Godina</b>	Prva
<b>Semestar</b>	Prvi
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

### Cilj kursa

Znanja	U okviru kursa studenti izučavaju jezike za opis hardvera. Upoznaju se sa metodama dizajniranja projekta, alatima za simulaciju, alatima za verifikaciju, te sa eksperimentalnom realizacijom dizajniranih rješenja. Poseban akcenat stavlja se na dizajn sistema posebne namjene implementiranim na jednom čipu.
Vještine	Studenti će ovladati korištenjem jednog standardnog jezika za opis hardvera. Biće obučeni da koriste odgovarajuće integrirane razvojne alate za opis hardvera, te da se koriste FPGA razvojnim sistemima.
Kompetencije	Na bazi stečenih znanja studenti će biti sposobni da realiziraju prototip koji će im omogućiti eksperimentalnu provjeru određenih algoritama u različitim oblastima primjene (upravljanje, telekomunikacije, digitalna obrada signala, računarske arhitekture, itd.)

### Program

Predavanja	<p>1.Rekonfigurabilni hardver</p> <p>U okviru prvog predavanja studenti se upoznaju sa fizikalnim osnovama rekonfigurabilnog hardvera, te sa najzastupljenijim tehnologijama za implementaciju rješenja na bazi rekonfigurabilnog hardvera: PLD, CPLD, FPGA. Poseban akcenat se stavlja na FPGA, gdje se obrađuje arhitektura, osnovni elementi arhitekture, logički blokovi, vezivni elementi, ugrađena memorija, ugrađeni množači, ulazno izlazni blokovi. Na kraju se daje dostignuti tehnološki stepen, perspektive i mogući dalji razvoj rekonfigurabilnog hardvera.</p> <p>2.FPGA dizajn</p> <p>U okviru drugog predavanja studenti se upoznaju sa tehnikama i integriranim razvojnim alatima za dizajniranje hardvera. Posebno se obrađuju najzastupljeniji alati kao što su: Xilinx ISE, Altera Quartus II. Na bazi navedenih alata obrađuju se tehnike dizajniranja, sinteze, simulacije,</p>
------------	--

verifikacije i fizičke implementacije.

### 3. Jezici za opis hardvera 1/2

U okviru trećeg predavanja studenti se upoznaju sa najzastupljenijim jezicima za opis hardvera, njihovim razvojem, standardizacijom, mogućnostima, te zastupljenosti u primjeni. Posebno se obrađuje VHDL. Tu se objašnjava struktura VHDL-a, signali, konstante, promjenjive, tipovi podataka, operatori i atributi, paralelno programiranje i sekvencijalno programiranje.

### 4. Jezici za opis hardvera 2/2

U okviru četvrtog predavanja nastavlja se sa opisom VHDL-a, u pogledu gradnje složenih struktura. Daje se opis dizajna konačnih automata, korištenje paketa, komponenti, funkcija i procedura.

### 5. Karakteristični primjeri

Na petom predavanju analiziraju se karakteristični primjeri koji ilustruju navede tehnike i mogućnosti dizajna korištenjem VHDL-a. Obrađuju se primjeri: dizajn serijskog množača, dizajn paralelnog množača, dizajn digitalnih filtera, dizajn neuronske mreže.

## Vježbe

### 1. FPGA dizajn aritmetičko-logičke jedinice

Realiziruje se ALU sa mogućnošću izvođenja definiranih operacija: sabiranja, oduzimanja, rotiranja, komplementiranja, poređenja, inkrementiranja, dekrementiranja. ALU je 16-bitna sa dva 16-bitna radna registra.

### 2. FPGA dizajn regulatora

Realizuje se regulator za neki odabrani problem. Zadatak studenata je da izvrše izbor tipa regulatora, njegovu sintezu, VHDL dizajn, FPGA implementaciju i eksperimentalnu provjeru rezultata.

### 3. FPGA dizajn komutatora

Realizuje se komutator koji omogućuje razmjenu paketa između  $m=16$  učesnika u potpuno povezanoj mreži. Svi učesnici su ravnopravni i mogu međusobno komunicirati svak sa svakim. Svaki učesnik na svom portu generiše serijsku poruku koja sadrži: adresu pošiljaoca, adresu primaoca, sadržaj poruke. Realizirano rješenje treba da omogući automatiziranu razmjenu poruka na način da svaka poruka sa minimalnom zadržkom bude prosljeđena na odredište.

### 4. FPGA dizajn Furijeovog pojasnog filtera

Realizuje se sistem koji izdvaja pojedine harmonijske komponente iz ulaznog signala. Za primjer uzeti izdvajanje prvog harmonika kod 50 Hz signala u EES-u.

### 5. FPGA dizajn mjerno akvizicionog sistema

Sistem koji se realizuje ima dva ulazna sinusna signala, struja i napon u EES-u. Na portu se pokazuje amplituda jednog i drugog signala te međusobni fazni pomak.

## Seminarski

Teme seminarskih su tematski i sadržajno uporedive sa jednom vježbom. Za razliku od vježbi koje će najvećim dijelom biti pripremljene, seminarske radove studenti rade u potpunosti samostalno. Svaki student dobija pojedinačnu temu za seminarski. Po završenom seminarskom radu kroz radionice studenti prezentiraju svoja rješenja.

## Literatura

### Preporučena

1. Zainalabedin Navabi, 'Digital Design and Implementation with Field Programmable Devices', 2005 Springer Science + Business Media, Inc.
2. Pedroni, Volnei A., 'Circuit design with VHDL', MIT Press 2004.

## Dopunska

## Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:

Direktna predavanja u sali. Predavanja su praćena izradom zadataka od strane nastavnika, s ciljem da studenti ovladaju instrumentima i metodama uvedenim tokom predavanja.

Vježbe u laboratoriji. Vježbe se izvode u laboratoriji opremljenoj adekvatnim računarskim hardverom i softverom, te standardnom elektroničkom instrumentacijom i elektroničkim komponentama. Studenti u laboratorijskom okruženju rješavaju probleme koji obuhvataju tematiku iz prethodno predenog nastavnog materijala. Problemi koji se rješavaju u okviru laboratorijskih vježbi su unaprijed pripremljeni, pri čemu studenti prije pristupanja vježbi treba da obave adekvatnu pripremu u smislu izučavanja odgovarajućih materijala i implementacije potrebnih algoritama, što će im omogućiti uspješnu realizaciju problema tokom vremena predviđenog za rad u laboratoriji i naknadnog procesiranja prikupljenih podataka.

Konsultacije. Svaki student dobija projekat koji uključuje primjenu metoda i algoritama obrađenih u okviru predavanja na odabrani problem. Realizirani projekat studenti predstavljaju u formi seminarskog rada, čije vrjednovanje je sastavni dio procesa ocjenjivanja uspjeha na kursu. Tokom rada na projektu, studenti imaju konsultativnu podršku od strane nastavnika u predviđenom fondu sati.

## Način provjere znanja

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu: Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova, student koji više od tri puta izostane s predavanja i laboratorijskih vježbi ne može ostvariti bodove po ovoj osnovi.

Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 10 bodova. Studenti dobivaju bodove za rješenja laboratorijskih zadataka i izvještaje koji opisuju ova rješenja. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvatljiv način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Realizacija seminarskog rada: maksimalno 40 bodova. Studenti dobivaju bodove za uspješnu realizaciju seminarskog rada. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvatljiv način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Završni razgovor: maksimalno 40 bodova. Studenti koji uspješno riješe sve postavljene zadatke pristupaju završnom razgovoru. Tokom završnog razgovora provjerava se koliko su studenti ovladali načinom apstraktnog razmišljanja i primjene teorije obrađene na predavanjima za rješavanje stvarnih problema. Posebno se vrednuje uočavanje novih ideja i pravaca istraživanja.

## Oprema

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskih radova podrazumijeva

korištenje sljedeće opreme:

PC računar,

Razvojni sistem-hardverska platforma: Digilent Spartan 3E-Starter,

Razvojni sistem-softverska platforma: Xilinx ISE Design,

Standardna elektronička oprema i komponente.

Specijalistička mjerna i testna oprema.

<b>Naziv</b>	Principi savremenih zaštita i mjerenja
<b>Šifra</b>	ETF-AEI PSZM III-1145
<b>Godina</b>	Prva
<b>Semestar</b>	Prvi
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

<b>Cilj kursa</b>	
Znanja	Ovladavanje alatima za simulaciju EES-a i algoritmima za realizaciju zaštita. Studentu dati osnovu za daljnja istraživanja u zaštiti i mjerenjima.
Vještine	
Kompetencije	

<b>Program</b>	
	<p>Predmet se sastoji od teoretskog i istraživačkog dijela. U teoretskom segmentu analiziraju se jednačine voda u stacionarnom i stanju kvara. Takođe se analizira digitalizacija signala i greške koje je ista unosi. Dalji korak su algoritmi u zaštiti i mjerenjima.</p> <p>U praktičnom dijelu modelira se elektroenergetski sistem sa težištem modeliranja voda. Koristeći EMTP dobijaju se fajlovi simuliranih kvarova koji služe kao osnova za daljnji rad. Na tačnost mjerenja razmatraju se uticaji niskopropusnog filtera, frekvencije uzorkovanja signala, promjena frekvencije osnovnog signala, kao i različiti algoritmi.</p>
Predavanja	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Osnove digitalne tehnike u relejnoj zaštiti</li> <li>2.Ograničenja zaštite sa aspekta digitalne tehnologije</li> <li>3.Modeliranje prenosnih vodova</li> <li>4.Niskopropusni filteri i A/D konverzija</li> <li>5.Algoritmi mjerenja i analiza tačnosti</li> </ol>
Vježbe	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.EMTP –osnovi modeliranja</li> <li>2.Modeliranje voda</li> <li>3.Modeliranje EES-a</li> <li>4.Simulacija kratkog spoja</li> <li>5.Obrada rezultata sa aspekta algoritama mjerenja</li> </ol>



## Literatura

### Preporučena

- 1.F.Saccomanno, Electric Power Systems – Analysis and Control, IEEE, 2003.
- 2.P.M.Anderson, Power System Protection, IEEE 1999.
- 3.T.Domin, Protective Relaying – Principles and Applications, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton 2007.

### Dopunska

## Didaktičke metode

## Način provjere znanja

Prezentacija i odbrana seminarskog rada

## Oprema

PC sa EMTP programom, PC sa MatLab programom.

<b>Naziv</b>	Adaptivno i robusno upravljanje
<b>Šifra</b>	ETF-AEI ARU III-1245
<b>Godina</b>	Prva
<b>Semestar</b>	Drugi
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

### Cilj kursa

Znanja	Usvajanje znanja iz područja estimacije i adaptacije parametara sistema, robusnosti i parametrizaciji stabilizirajućih regulatora, analize utjecaja strukturnih i nestrukturnih neizvjesnosti, kao i djelovanja vanjskih poremećaja na performanse sistema.
Vještine	Korištenje algoritama sinteze adaptivnih i robusnih regulatora u rješavanju stvarnih problema na fizičkim modelima sistema uz pomoć odgovarajućih softverskih alata i programskih paketa. Studenti će steći vještine rukovanja vanjskim poremećajima, neizvjesnostim, robusnošću i stabilnosti sistema automatskog upravljanja.
Kompetencije	Ovladavanje praktičnim aspektima i implementacijom adaptivnih i robusnih sistema upravljanja.

### Program

Predavanja	<p>1.Osnove adaptivnih sistema upravljanje i njihove strukture  Osnovni pojmovi iz područja adaptivnog i robusnog upravljanja. Strukture adaptivnih sistema upravljanja: regulatori sa prethodno podešenim pojačanjem (tablični regulator – gain scheduling), regulatori sa referentnim modelom (MRAS) i samopodešavajući regulatori (STR). Stohastički (MV i MVG) i prediktivni samoorganizirajući regulatori.</p> <p>1.Samopodešavajući i samoorganizirajući adaptivni regulatori  Stohastički (MV i MVG) i prediktivni samoorganizirajući regulatori.  Rekurzivni postupak najmanjih kvadrata i prošireni postupak najmanjih kvadrata. Linearni kvadratični (LQG) samopodešavajući regulator.</p> <p>2.Podešavanje parametara adaptivnih regulatora i adaptivni obzerveri  Podešavanje parametara adaptivnih regulatora postupkom postavljanja polova i nula. Adaptivni obzerveri. Ispitivanje svojstva adaptivnih sistema: nelinearna dinamika, konvergencija, stabilnost i robusnost.</p> <p>3.Robusna svojstva sistema</p>
------------	--

	<p>Pojam robusnosti i greške modeliranja. Neizvjesnost modela, redukcija modela i robusnost. Robusna stabilnost i robusna performansa. Hankelova norma aproksimacije. Linearna transformacija razlomaka (LFT). Strukturirana singularna vrijednost.</p> <p>4. Robusno upravljanje i sinteza robusnih regulatora</p> <p>Robusno upravljanje. Robusni regulator za nestrukturirane neizvjesnosti. Sinteza QFT i <math>H_\infty</math> regulatora. Kalman–Yakubovich–Popov lema. Parametrizacija stabilizirajućih regulatora.</p> <p>5. Analiza stabilnosti robusnih sistema upravljanja</p> <p>LMI karakterizacija problema stabilizacije. Sinteza simultano stabilizirajućeg regulatora. Sinteza robusnog regulatora na temelju funkcije Lyapunova: backstepping regulator.</p>
--	--

Vježbe	<p>1. Sinteza adaptivnog regulatora s prethodno podešenim parametrima upravljanja elevacijskim i azimutnim uglovima laboratorijskog modela helikoptera.</p> <p>1. Dizajn i implementacija adaptivnog regulatora s referentnim modelom za regulaciju brzine servomotora pri promjenama tereta na osovini.</p> <p>2. Sinteza <math>H_\infty</math> regulatora za regulaciju razine tekućine u sistemu bazena. Analiza robusnosti regulatora.</p> <p>3. Podešavanje parametara backstepping regulatora i njegova implementacija u upravljanju kretanjem mobilnog robota u nestrukturiranom okruženju. Analiza stabilnosti backstepping regulatora.</p> <p>4. Projektiranje simultano stabilizirajućeg robusnog regulatora za familiju nestabilnih procesa.</p>
--------	---

## Literatura

Preporučena	<p>1. K.J. Åström &amp; B. Wittenmark, Adaptive Control, Addison-Wesley, New York, 2008.</p> <p>2. K. Zhou, J. C. Doyle &amp; K. Glover, Robust and Optimal Control, Prentice-Hall, New Jersey, 1996.</p> <p>3. G.E. Dullerud &amp; F. Paganini, A Course in Robust Control Theory, a Convex Problem, Springer Verlag, Heidelberg, 2005.</p> <p>4. A. Randy &amp; P.V. Kokotović, Robust Nonlinear Control Design: State-Space and Lyapunov Techniques, Birkhäuser, Boston, 2008.</p>
-------------	---

## Dopunska

## Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:  
 Direktna predavanja u sali.  
 Vježbe u laboratoriji.  
 Konsultacije sa studentima u definiranju seminarskih radova i praćenju dinamike njihove realizacije.

## Način provjere znanja

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu:  
 Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova.  
 Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 25 bodova.  
 Realizacija seminarskog rada: maksimalno 25 bodova.  
 Završni ispit: maksimalno 40 bodova.

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskog rada podrazumijeva korištenje sljedeće opreme:

1. Laboratorijski modeli procesa (Laboratorijski model 2DOF helikoptera Humusoft CE 150, Pioneer 3DX mobilni robot s diferencijalnim pogonom, maketa sistema s servomotorom, enkoderom i pojačalom snage).

1. Oprema za akviziciju podataka (MF624 multifunkcionalna kartica, dSPACE CLP 1104 upravljački modul, National Instruments kartica za akviziciju i obradu podataka)

2. Softver: Matlab/Simulink/Real-Time Workshop, Real-Time Workshop Target, Robust Control Toolbox, LabVIEW.

	Zaštita i upravljanje obnovljivim izvorima energije
<b>Šifra</b>	ETF-AEI ZUOIE III-1245
<b>Godina</b>	Prva
<b>Semestar</b>	Drugi
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

### Cilj kursa

Znanja	Značajna istraživanja se vrše u oblasti obnovljivih izvora. Jedan od segmenata je i zaštita i upravljanje. Student ovladava specifičnim znanjima iz zaštite i upravljanja za navedeni vid objekata čime se proširuju mogućnosti izbora teme za istraživanje.
--------	--

Vještine
----------

Kompetencije
--------------

### Program

Predmet se sastoji od teoretskog i praktičnog dijela. U teoretskom segmentu analiziraju se obnovljivi izvori energije priključeni na elektroenergetski sistem. Specifičnosti zaštite manjih jedinica. Interakcija obnovljivih izvora sa EES-om. Analiziraju se algoritmi za realizaciju pojedinih zaštita. U praktičnom segmentu simulira se EES i na bazi simulacija projektuju se i rade se uporedne analize pojedinih algoritama zaštite.

Predavanja	1.Osnove obnovljivih izvora 2.Sinhronizacija hidro i vjetrogeneratora na mrežu 3.Regulacija aktivne i reaktivne snage 4.Osnove zaštita obnovljivih izvora 5.Zaštite EES-a sa aspekta distribuiranih generatora
------------	--

Vježbe	1.Modeliranje vjetrogeneratora 2.Regulacija osnovnih parametara generatora 3.Modeliranje pruključenja generatora na mrežu 4.Simulacija kratkih spojeva 5.Obrada rezultata sa aspekta algoritama zaštite
--------	---

### Literatura

**Preporučena**

- 1.M.R. Patel, Wind and Solar Power Systems, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2000.
- 2.S. Khan, Industrial Power Systems, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton ,2007.
- 3.C.Bayliss, Transmission and Distribution Electrical Engineering, Elsevier, London, 2003.

**Dopunska****Didaktičke metode****Način provjere znanja**

Prezentacija i odbrana seminarskog rada

**Oprema**

<b>Naziv</b>	Sistemi upravljanja u realnom vremenu
<b>Šifra</b>	ETF-AEI SURV III-1245
<b>Godina</b>	Prva
<b>Semestar</b>	Drugi
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

### Cilj kursa

Znanja	Principi i metode projektovanja računarskih sistema za rad u realnom vremenu. polazeći od terminologije realnog vremena, uključujući adaptivne inteligentne upravljačke strukture, operativni sistem za rad u realnom vremenu , te integraciju hardvera i softver.
Vještine	Modeliranje, simulacija i implementacija sistema u realnom vremenu koristeći programske jezike realnog vremena i softverski paket LabVIEW.
Kompetencije	1. Identifikacija sistema iz realnog okruženja koji bi se mogli računarski modelirati 2. Implementacija i validacija tih sistema u realnom okruženju i 3. Primjena povratnih informacija (mjerene vrijednosti i statistički podaci) koje bi se uzele u razmatranje u daljim analizama, odnosno, traganjima za poboljšanim rješenjima.

### Program

Predavanja	<p>1. Realno vrijeme i okruženje terminologija i definicije sistema u realnom vremenu, globalno i realno vrijeme, entiteti u realnom vremenu, hardverski i softverski resursi, referentni model za sistem u realnom vremenu</p> <p>2. Sistemski pristup piramida automatizacije, digitalni sistemi upravljanja, klasični adaptivni sistemi upravljanja sa prisutnim smetnjama, upravljanje na bazi referentnog modela, adaptivni sistem upravljanja na bazi FL(Fuzzy Logic)-podešavanja i NN(Neural Network)-podešavanja, adaptivni sistem upravljanja na bazi FL-kontrolera i NN-kontrolera, inteligentna supervizijska kontrola</p> <p>3. Operativni sistemi za rad u realnom vremenu RTOS (Real-Time Operating System) izvršioci i njihova geneza, Koncepti raspoređivanja, vremenski servisi i mehanizmi</p>
------------	--

	<p>raspoređivanja,uzajamno isključivanje na bazi monitora, komunikacije i sinhronizacije između taskova, mogućnosti komercijalno raspoloživih RTOS-ova.</p> <p>4. Dizajn softvera metodologije dizajna softvera, fundamentalne strategije dizajna, specifikacije i tehnike dizajna, modeli softverskog životnog ciklusa (waterfall, spiralni model), softverski životni ciklus za konkurentne sisteme, objektno-orijentisano konkurentno dizajniranje dinamičkih procesa, integracija hardvera i softvera</p> <p>5. Distribuirani sistemi u realnom vremenu distribuirano računarstvo, geneza distribuiranih sistema, multi-procesorski i multiračunarski sistemi, arhitekture distribuiranih sistema, komunikacije u realnom vremenu,vremenski trigerovani protokoli, vremenski trigerovane arhitekture redovi čekanja, distribuirani operativni sistem, telekomunikacioni menadžment mrežnih sistema</p>
Vježbe	<p>1. LabVIEW programske tehnike Simulacija sekvenci i dijagrama toka, dizajn sprega, rad sa: registrima pomaka, stringovima, matricama, klasterima, datotekama i tipovima podataka, Alat: LabVIEW</p> <p>2. Rad sa ulazima i izlazima Izvori signala ( senzori, pretvarači i aktuatori) Kondicioniranje signala (grounding, elektromagnetska polja, pojačivači) Akvizicija signala (teorema sempliranja,filtriranje i usrednjavanje, ADC, DAC, multiplekseri) Alat: LabVIEW</p> <p>3. Izgradnja aplikacije Definisanje problema, Specifikacija I/O hardvera, Prototip korisničkog Interfejsa, Dizajn i pisanje programa, Testiranje i debugiranje programa Alat: LabVIEW</p> <p>4.Pisanje programa za akviziciju podataka Analiza podataka i uskladištenje (post-Run Analiza, Real Time analiza i prikaz, Sempliranje i propusnost (frekventni opseg signala, digitalno filtriranje,varijacije u frekvenciji sempliranja)</p> <p>5. Vizualizacija podataka i procesiranje slike Sistemske zahtjevi, Konfiguracija računara, Grafovi i valni oblici, Video I/O uređaji,Akvizicija Slike i procesiranje</p>
Seminarski	<p>1. Hard/soft sistemi</p> <p>2. Raspoređivanje na bazi sata</p> <p>3. Raspoređivanje periodičkih taskova na bazi prioriteta</p> <p>4. Raspoređivanje aperiodičkih i sporadičkih poslova u sistemima na bazi prioriteta</p> <p>5. Multiprocesorsko raspoređivanje</p> <p>6. Komunikacije u realnom vremenu</p> <p>7. Resursi i kontrola pristupa resursima</p>

## Literatura

Preporučena	<p>1. Jane W.S.Lui , Real Time Systems, Prentice Hall,London 2000.</p> <p>2. Hassan Goma, Designing Concurrent, Distributed, and Real Time Applications with UML, Addison-Wesley, New York, 2000.</p> <p>3. Zikrija Avdagić, Računarski sistemi u realnom vremenu, ETF-Sarajevo, 2003.</p> <p>4. LabView manual, National Instruments, Austin,Texas 2009</p>
-------------	--



## Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:

1. Direktna predavanja u sali. Predavanja su praćena izradom zadataka od strane nastavnika, s ciljem da studenti ovladaju metodama uvedenim tokom predavanja.
2. Vježbe u laboratoriji. Vježbe se izvode u laboratoriji opremljenoj adekvatnim računarskim hardverom i softverom. Studenti u laboratorijskom okruženju rješavaju probleme koji obuhvataju tematiku iz prethodno predenog nastavnog materijala. Problemi koji se rješavaju u okviru laboratorijskih vježbi su unaprijed pripremljeni, pri čemu studenti prije pristupanja vježbi treba da obave adekvatnu pripremu u smislu izučavanja odgovarajućih materijala i implementacije potrebnih algoritama, što će im omogućiti uspješnu realizaciju problema tokom vremena predviđenog za rad u laboratoriji i naknadnog procesiranja prikupljenih podataka.
3. Konsultacije. Student ili grupa studenata dobijaju projekat koji uključuje primjenu metoda i algoritama obrađenih u okviru predavanja na odabrani problem. Realizirani projekat studenti predstavljaju u formi seminarskog rada, čije vrjednovanje je sastavni dio procesa ocjenjivanja uspjeha na kursu. Tokom rada na projektu, studenti imaju konsultativnu podršku od strane nastavnika u predviđenom fondu sati.

## Način provjere znanja

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu:

Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova, student koji više od tri puta izostane s predavanja i laboratorijskih vježbi ne može ostvariti bodove po ovoj osnovi.

Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za rješenja laboratorijskih zadataka izvještaje koji opisuju ova rješenja. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Realizacija seminarskog rada: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za uspješnu realizaciju seminarskog rada.. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Završni razgovor: maksimalno 40 bodova. Studenti koji uspješno riješe sve postavljene zadatke pristupaju završnom razgovoru. Tokom završnog razgovora provjerava se koliko su studenti ovladali načinom apstraktnog razmišljanja i primjene teorije obrađene na predavanjima za rješavanje stvarnih problema. Posebno se vrednuje uočavanje novih ideja i pravaca istraživanja.

## Oprema

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskog rada podrazumijeva korištenje sljedeće opreme:

1. PC računar
1. Softver: LabVIEW
2. MULTILAB sistem sa OsX operativnim sistemom

<b>Naziv</b>	Upravljanje energetskim pretvaračima
<b>Šifra</b>	ETF- AEI UEP III-1245
<b>Godina</b>	Prva
<b>Semestar</b>	Drugi
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

## Cilj kursa

Ovaj kurs namijenjen je studentima koji su otislušali kurs energetske elektronike na prvom ciklusu studija i upoznati su sa principima rada osnovnih pretvarača .

Ciljevi kursa su:

- da prezentira osnovne i napredne topologije pretvarača, analizu njihovog stepena korisnog djelovanja, dinamike , modeliranja i upravljanja.
- da studentima omogući upoznavanje sa projektovanjem pretvarača i sistema za konverziju enrgije.

<b>Znanja</b>	Poznavanje : <ul style="list-style-type: none"> <li>- strukture poluprovodničkih energetskih pretvarača istosmjerno –istosmjerno, Istosmjerno –naizmjenično, naizmjenično istosmjerno.</li> <li>- metoda modeliranja i analize poluprovodničkih pretvarača.</li> <li>- metoda izbora struktura pretvarača i upravljanja pretvarača</li> </ul>
---------------	---

## Vještine

<b>Kompetencije</b>	Projektovanje odabranih tipova pretvarača i izbor komponenata
---------------------	---

## Program

<b>Predavanja</b>	1. Modeliranje DC-DC pretvarača. Dinamički modeli, uslovi dinamičke ravnoteže statičke prenosne funkcije I osrednjeni modeli pretvarača Buck, Boost, Buck-Boost I Ćuk. 2. Klizni režimi u prekidački pretvaračima Poluprovodnički pretvarači - sistemi sa promjenjivom strukturom. Klizna raven. Uslovi dostizanja , ekvivalentno upravljanje. 3. Upravljanje DC-DC pretvarača primjenom kliznih režima Upravljanje osnovnih pretvrača uvođenjem kratanja u kliznom režimu. 4. Topologije i upravljanje pretvarača istosmjerno- naizmjenično Mosni pretvarač DC-AC. Mosni pretvarač sa faktorom snage manjim od
-------------------	--

jedan. Upravljanje izlazne snage sa teretom koji sadrži naponski izvor. Sadržaj harmonika u izlaznom naponu, eliminisanje i smanjenje harmonika. DC-Ac pretvarači sa širinsko impulsnom modulacijom.

#### 5. Rezonantni pretvarači

Sistem drugog reda, odziv u vremenskom i frekventnom domenu. Serijski rezonantni konvertor sa naponskim izvorom i njegov dual. Osnovne topološke strukture rezonantnih DC-DC pretvarača.

### Vježbe

Prva vježba:

Mjerenje prenosne funkcije  $V_o/V_G$  BUCK pretvarača

Koristeći osnovnu opremu i maketu BUCK pretvarača biće snimljena prenosna karakteristika kojom je opisana promjena izlaznog napona u zavisnosti od promjene ulaznog istosmjernog napona  $V_G$  radnog ciklusa (duty ratio  $d$ ).

Druga vježba

Mjerenje prenosne funkcije  $V_o/d$  BOOST pretvarača

Koristeći osnovnu opremu i maketu BOOST pretvarača biće snimljena prenosna karakteristika kojom je opisana promjena izlaznog napona u zavisnosti od promjene radnog ciklusa  $d$  (duty ratio  $d$ ).

Treća vježba

BUCK pretvarača upravljan primjenom kliznog režima.

Modelirati na računaru upravljanje pretvaračem, realizovati na maketi klizni režim, simulirati promjene opterećenja i ulaznog napona na modelu i na maketi i uporediti rezultate.

Četvrta vježba

Modeliranje BOOST pretvarača upravljanog u kliznom režimu.

Modelirati na računaru upravljanje pretvaračem, realizovati na maketi klizni režim, simulirati promjene opterećenja i ulaznog napona i uporediti rezultate.

### Literatura

#### Preporučena

1. N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins, Power Electronics: Converters, Applications and Design, John Wiley & Sons, New York, 1989.
2. J. Kasakian, M. Schlecht, G. Vergese, Principle of power electronics MIT, Academic press 1991.
3. R. W. Erickson, D. Maksimović: Fundamentals of Power Electronics, Kluwer Academic Publisher 2001
4. N.Š. Behlilović, A. Šabanović: Statički pretvarači – topologije i upravljanje, Etf Sarajevo, 2009, ISBN 978-9958-629-26-6
5. M. Milanović: Moćnostna elektronika, FERi, Maribor, 2007.

#### Dopunska

### Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:

Direktna predavanja u sali. Predavanja su praćena izradom zadataka od strane nastavnika, s ciljem da studenti ovladaju instrumentima i metodama uvedenim tokom predavanja.

Vježbe u laboratoriji. Vježbe se izvode u laboratoriji opremljenoj adekvatnim računarskim hardverom i softverom, te fizičkim modelima različitih vrsta procesa (električni, hidraulički, termički, pneumatski i sl.). Studenti u laboratorijskom okruženju rješavaju probleme koji obuhvataju tematiku iz prethodno predanog nastavnog materijala. Problemi koji se rješavaju u okviru laboratorijskih vježbi su unaprijed pripremljeni, pri čemu studenti prije pristupanja vježbi treba da obave adekvatnu pripremu u smislu izučavanja

odgovarajućih materijala i implementacije potrebnih algoritama, što će im omogućiti uspješnu realizaciju problema tokom vremena predviđenog za rad u laboratoriji i naknadnog procesiranja prikupljenih podataka.

Konsultacije. Student ili grupa studenata dobijaju projekat koji uključuje primjenu metoda i algoritama obrađenih u okviru predavanja na odabrani problem. Realizirani projekat studenti predstavljaju u formi seminarskog rada, čije vrjednovanje je sastavni dio procesa ocjenjivanja uspjeha na kursu. Tokom rada na projektu, studenti imaju konsultativnu podršku od strane nastavnika u predviđenom fondu sati.

## Način provjere znanja

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu:

Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova, student koji više od tri puta izostane s predavanja i laboratorijskih vježbi ne može ostvariti bodove po ovoj osnovi.

Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za rješenja laboratorijskih zadataka izvještaje koji opisuju ova rješenja. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Realizacija seminarskog rada: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za uspješnu realizaciju seminarskog radarješenja laboratorijskih zadataka izvještaje koji opisuju ova rješenja. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Završni razgovor: maksimalno 40 bodova. Studenti koji uspješno riješe sve postavljene zadatke pristupaju završnom razgovoru. Tokom završnog razgovora provjerava se koliko su studenti ovladali načinom apstraktnog razmišljanja i primjene teorije obrađene na predavanjima za rješavanje stvarnih problema. Posebno se vrednuje uočavanje novih ideja i pravaca istraživanja.

## Oprema

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskog rada podrazumijeva korištenje sljedeće opreme:

1. PC računar

1. Laboratorijski modeli procesa (Fluidni sistem sa mogućnošću regulacije nivoa, temperature, protoka; Astatički mehanički sistem sa nagibnom ravni; Termički sistem sa više ulaza; Platforme sa različitim električnim motorima i sl.)

2. Oprema za akviziciju podataka (A/D, D/A, DIO)

3. Softver: Matlab/Simulink/Real-Time Workshop, LabVIEW, različiti razvojni alati

Primjer specifikacije opreme

- Maketa pretvarača .

- Izvor istosmjerni

- Osciloskop

- Mjerne sonde, strujna I naponska

- A/D konvertor

- Računar

- Softver LABVIEW

- Analizator mreža

<b>Naziv</b>	Sigurnosno integrisani sistemi
<b>Šifra</b>	ETF-AEI SIS III-1245
<b>Godina</b>	Prva
<b>Semestar</b>	Drugi
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

#### Cilj kursa

Znanja	Hardversko softverska struktura i gradnja sigurnosno integrisanih sistema uključivo i sistema otpornih na greske (fault tolerant systems-FTS) za rad u sigurnosno kritičnim aplikacijama u industriji, transportu i medicini.
Vještine	Analiza i sinteza sigurnosnih mikroprocesorski i multiprocesorski baziranih uređaja i sistema sa aspekta razvojnog hardvera i sistemskog i aplikacionog softvera
Kompetencije	Učesce u programima i projektima razvoja i eksploatacije sigurnosno integrisanih (SIS) sistema za različite sigurnosno kritične aplikacije realnog vremena u industriji , transportu i medicinskim uređajima.

#### Program

Predavanja	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Osnovni principi sigurnosnih tehnologija za sisteme procesnog upravljanja i regulacije (definicija i analiza rizika, rizik i posljedice otkaza, procjena rizika, grafovi rizika, prihvatljivost rizika, standardi i norme u oblasti procjene rizika i sigurnosti )</li> <li>2. Razvoj sigurnosno kritičnih računarskih sistema- opšti koncepti (opšti apstraktni model, korektnost sistema i vjerovatnoća otkaza )</li> <li>3. Greske- Izvori gresaka- efekti gresaka (osnovni principi, otkazi i greske, izvori gresaka: interni i eksterni, značajnost izvora gresaka, efekti gresaka )</li> <li>4. Razvojni aspekti gradnje sigurnog hardvera računarskih sistema upravljanja ( sigurni računarski sistemi otporni na greske i pretpostavke o otkazu hardverskih komponenti )</li> <li>5. Softverski razvojni modeli za sigurnosno integrisane sisteme (modeli : vodopada, spiralni model, brzo prototipisanje, agilno programiranje, V-model)</li> <li>6. Razvoj softvera za sigurnosno integrisane i sisteme otporne na greske</li> </ol>
------------	--

(SIS-FTS)

(odredjivanje sigurnosnih zahtjeva, implementacione procedure, strukturno programiranje, modularizacija, objektno orjentirani pristup, pravila kodiranja)

7. Testiranje softvera za SIS-FTS sisteme

(inspekcija, pregled, prolaz ( walkthrough), strukturna analiza, dokaz korektnosti programa, statički testovi )

8. Mjere za detekciju i izbjegavanje gresaka u softverskim sistemima za SIS-FTS sisteme

(diverzifikacija softvera, monitoring programskih sekvenci, temporalni monitoring, logički monitoring, ekspanzija basa, monitoring pomocu procedura brojanja, monitoring sa kontrolom ofseta, stepeni detekcije greske kod monitoringa programskih sekvenci)

9. Verifikacija, validacija i planovi sigurnosti

(planiranje verifikacije i validacije, planovi sigurnosti )

10. Metode dijagnostike otkaza

(analiza drveta gresaka, analiza drveta dogadjaja, modovi otkaza i analiza efekata (failure mode and effect analysis-FMEA), raspolozivost, pouzdanost, analiza otkaza, rangiranje rizika, provodjenje FMEA, mogucnosti za poboljsanje )

11. Matematske i statisticke osnove za analizu rizika tehnickih sistema

(kombinatorna matematika, varijacije i permutacije, ispitivanje kombinacija otkaza sigurnosnih racunarskih sistema u varijantama: 1oo2, 1oo3, 2oo3, 2oo4, vjerovatnoce)

12. Mjere na nivou elektronskih sklopova da se poveca pouzdanost

(parametri pouzdanosti, vjerovatnoca otkaza, srednje zivotno doba, srednje vrijeme popravke, srednje vrijeme izmedju dva otkaza, raspolozivost, brzina otkaza, modeli pouzdanosti za systemske uredjaje, sistemi bez i sa redundantnoscu, mjesoviti sistemi, redundantni sistemi sa razlicitim brzinama otkaza)

13. Izracunavanja vjerovatnoce otkaza na zahtjev( probability of failure on demand-PFD)

(principi, izracunavanja MTTF, izvodjenje PFD za razlicite arhitekture sistema: 1oo1, 1oo2, 2oo2, 2oo3, 2oo4 )

14. Markovljevi modeli

(vjerovatnoce u Markovljevim modelima, vremenski zavisni Markovljevi modeli, izvorsavanje Markovljevog modela za sigurnosno integrisane sisteme, tranziciona matrica P za systemski model, izracunavanje vremenski zavisne raspolozivosti, poredjenje raspolozivosti i pouzdanosti )

15. Odredjivanje MTTF pomocu Monte Carlo simulacija

(matematske osnove, Monte Carlo algoritam, primjena za razlicite arhitekture sistema: 1oo1, 1oo2, 2oo3, 2oo4 )

## Vježbe

Koristenja AMC Silcore programskog paketa za slijedece eksperimente na bazi realnih podataka iz rafinerijskih procesa, automobilske i avio industrije , medicinskih uredjaja j drugih sistema koji zahtjevaju SIS sisteme :

1. Modeliranje i procesiranje matrice rizika za izabrane primjere

2. Modeliranje i procesiranje grafova rizika za izabrane primjere

3. Modeliranje i analiza drveta gresaka ( fault tree analysis) za izabrane primjere

4. Modeliranje i naliza drveta dogadjaja ( event tree analysis ) za izabrane primjere

5. Modeliranje i evaluacija nivoa zastita ( LOPA- layers of protection ) za izabrane primjere

6. Izracunavanje PFD i SIL vrijednosti za unesene konture u kojima su implementirane SIF funkcije u okviru izabranih primjera

Seminarski	<p>7. Rad i korištenje HIMA SILworX softverskog alata za konfigurisanje i proračun SIL ( safety integrity level ) vrijednosti i SIF i PDF parametara u raznim konfiguracijama HIMA SIS sistema ( HIMax, HIQuad, HIMatrix )</p> <p>8. Rad i korištenje PAscal softverskog paketa za izračunavanje funkcionalne sigurnosti sistema prema standardu EN/IEC 62061 i EN ISO 13849-1</p> <p>Seminarski radovi će biti bazirani na analizi izračunavanju sigurnosnih parametara manjih aplikacija na bazi softverskih alata koji će se koristiti u laboratorijskim vježbama, a za gradnju sigurnosnih sistema u slijedećim aplikacijama :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Primjer dizajna sigurnosno integrisanog sistema i izračunavanje sigurnosnih parametara, kod sistema za nadzor i borbu protiv vatre ( F&amp;G , fire and gas ) na izvoristima nafte sa postrojenjem za separaciju</li> <li>2. Primjer dizajna sigurnosno integrisanog sistema i izračunavanje sigurnosnih parametara, kod sistema za nadzor i upravljanje kemijskim reaktorom kontrolisanim sa TI MSP430 mikrokontrolerom.</li> <li>3. Izračunavanje sigurnosnih parametara kod dizajna sistema za kontrolu aktiviranja zračnih jastuka u automobilu ( air bag)</li> <li>4. Izračunavanje sigurnosnih parametara kod aviona sa četiri motora pri otkazima motora u različitim scenarijima.</li> <li>5. Izračunavanje sigurnosnih parametara SCADA sistema za daljinski nadzor i kontrolu naftovoda za različite scenarije prskanja cijevovoda i izlivanja nafte.</li> <li>6. Dizajn sa izračunavanjem sigurnosnih parametara sistema detekcije dima i vatre u okviru koloseuma kapaciteta 10.000 posjetilaca.</li> <li>7. Izračunavanje sigurnosnih parametara u konturi regulacije protoka goriva kod automobila.</li> <li>8. Dizajn i izračunavanje sigurnosnih parametara u konturama kontrole leta od aviona.</li> </ol>
------------	--

## Literatura

Preporučena	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Josef Borcsok "Electronic Safety Systems", Hüthig, Heidelberg, 2004</li> <li>2. Josef Borcsok " Functional safety", Huthig Verlag Heidelberg, 2006</li> <li>3. IEC 61508 "International Standard 61508 Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems", International Electrochemical Commission, 2000</li> <li>4. T. Erkkinen, M. Conrad, "Safety-Critical Software Development Using Automatic Production Code Generation", The MathWorks, Inc. 2007</li> <li>5. T. Erkkinen, C. Hote, "Automatic Flight Code Generation with Integrated Static Run-Time Error Checking and Code Analysis", AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference and Exhibit, Keystone Colorado, 2006</li> <li>6. I. Stürmer, D. Weinberg, M. Conrad, "Overview of Existing Safeguarding Techniques for Automatically Generated Code", Proc. of 2nd Intl. ICSE Workshop on Software Engineering for Automotive Systems (SEAS'05), St. Louis, Missouri, USA, May. 21, pp. 1-6, 2005</li> <li>7. J. Böresök, M.H. Schwarz, " Software in safety critical environments", ESREL 2006, Safety and Reliability for Managing Risk pp. 1409-1415</li> <li>8. Schwarz M. H., Sheng H., Batchuluun B., Sheleh A. Chaaban W., J Borcsok "Reliable Software Development Methodology for Safety Related applications", ICAT-2009, Sarajevo, October 2009.</li> </ol>
-------------	--

## Dopunska

## Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:

Direktna predavanja u sali. Predavanja su praćena izradom zadataka od strane nastavnika, s ciljem da studenti ovladaju instrumentima i metodama uvedenim tokom predavanja.

Vježbe u laboratoriji. Vježbe se izvode u laboratoriji opremljenoj adekvatnim računarskim hardverom i softverom. Studenti u laboratorijskom okruženju rješavaju probleme koji obuhvataju tematiku iz prethodno predenog nastavnog materijala. Problemi koji se rješavaju u okviru laboratorijskih vježbi su unaprijed pripremljeni, pri čemu studenti prije pristupanja vježbi treba da obave adekvatnu pripremu u smislu izučavanja odgovarajućih materijala i implementacije potrebnih algoritama, što će im omogućiti uspješnu realizaciju problema tokom vremena predviđenog za rad u laboratoriji i naknadnog procesiranja prikupljenih podataka.

Konsultacije. Student ili grupa studenata dobijaju projekat koji uključuje primjenu softverskih alata i algoritama implementacije obrađenih u okviru predavanja na odabrani problem. Realizirani projekat studenti predstavljaju u formi seminarskog rada, čije vrjednovanje je sastavni dio procesa ocjenjivanja uspjeha na kursu. Tokom rada na projektu, studenti imaju konsultativnu podršku od strane nastavnika u predviđenom fondu sati.

### **Način provjere znanja**

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu: Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova, student koji više od tri puta izostane s predavanja i laboratorijskih vježbi ne može ostvariti bodove po ovoj osnovi.

Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za rješenja laboratorijskih zadataka izvještaje koji opisuju ova rješenja. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Realizacija seminarskog rada: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za uspješnu realizaciju seminarskog rada. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Završni razgovor: maksimalno 40 bodova. Studenti koji uspješno riješe sve postavljene zadatke pristupaju završnom razgovoru. Tokom završnog razgovora provjerava se koliko su studenti ovladali načinom apstraktnog razmišljanja i primjene teorije obrađene na predavanjima za rješavanje stvarnih problema.

### **Oprema**

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskog rada podrazumijeva korištenje sljedeće opreme:

Server sa virtualnim masinama koje će omogućiti rad studentima u cloudu sa bilo koje lokacije ( fakultet, od kuće, itd) i sa instaliranim slijedecim softverskim alatima i razvojnim okruženjima :

1. SILCORE- softverski alat AMC softverskog vnedora za dizajn i izracunavanje parametara siguronosno integrisanih sistema.
2. SILworx – softverski alati proizvođača SIS sistema HIMA za projektovanje dizajn i konfigurisanje SIS sistema na bazi HIMA logickih solvera i redundantnih PLC sistema
3. PAScal – softverski paket firme Pilz GmbH za izracunavanje funkcionalne



sigurnosti sistema.

#### 4. Matlab i Simulink softverski paketi

<b>Naziv</b>	Višekriterijalno optimalno upravljanje
<b>Šifra</b>	ETF- AEI VOU III-1245
<b>Godina</b>	Prva
<b>Semestar</b>	Drugi
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

#### Cilj kursa

Znanja	Cilj kursa je upoznavanje studenata sa sa višekriterijalnim problemskim situacijama i teorijom izbora rješenja kao sastavnim dijelom rješavanja višekriterijalnih problemskih situacija. Studenti će se upoznati sa klasičnim i heurističkim algoritmima za rješavanje višekriterijalnih problemskih situacija i načinima njihove primjene za rješavanje problema upravljanja.
Vještine	Studenti će savladati korištenje najraširenijih implementacija algoritama višekriterijalne optimizacije, te razviti vještine implementacije takvih algoritama u okviru vlastitih rješenja. Studenti će naučiti modelirati višekriterijalni problem upravljanja i primjeniti obrađene algoritme za njegovo rješavanje.
Kompetencije	Sposobnost primjene metoda višekriterijalnog optimalnog upravljanja za rješavanje praktičnih problema.

#### Program

Predavanja	<p>1.Struktura višekriterijalne problemske situacije. Model višekriterijalne problemske situacije. Poredak u višedimenzionalnom prostoru vrijednosti. Generalni problem optimizacije. Problematika izbora rješenja i pristupi izboru rješenja.</p> <p>2.Optimizacioni algoritmi za rješavanje višekriterijalnih problemskih situacija. Metode na bazi globalnog kriterija, Goal Attainment, Goal Programming, Leksikografski poredak, Metode na bazi agregirajuće funkcije korisnosti. A priori, progresivna i a posteriori artikulacija preferencija.</p> <p>3.Heuristički algoritmi za rješavanje višekriterijalnih problemskih situacija. Dogradnja heurističkih algoritama za rješavanje MOP. Metode na bazi agregirajuće funkcije korisnosti. Metode na bazi populacije bez korištenja Pareto odnosa prednosti: Vector Evaluated GA (VEGA), Negeneracijski GA. Metode na bazi populacije i Pareto odnosa prednosti: Multi-objective GA (MOGA), Non-dominated Sorting GA (NSGA), Nixed Pareto GA(NPGA),</p>
------------	---

	<p>Strength Pareto EA (SPEA), Pareto Archived ES (PAES).</p> <p>4. Višekriterijalni problem optimalnog upravljanja. Formulacija problema višekriterijalnog optimalnog upravljanja diskretnim sistemima. Višekriterijalno upravljanje bazirano na konceptu nekooperativnih igara i Nashova ravnoteža. Višekriterijalno upravljanje bazirano na konceptu kooperativnih igara i Pareto optimum. Višekriterijalna generalizacija problema optimalnog upravljanja diskretnim sistemima sa fiksiranim i slobodnim krajnjim vremenom i stanjem.</p> <p>5. Višekriterijalno projektovanje regulatora i identifikacija. Višekriterijalno upravljanje diskretnim sistemima sa konstantnim vremenom prelaska između stanja. Višekriterijalno upravljanje diskretnim sistemima sa promjenljivim vremenom prelaska između stanja. Višekriterijalno projektovanje PID i nelinearnih regulatora. Višekriterijalna identifikacija sistema.</p>
Vježbe	<p>1. Rješavanje višekriterijalnih problema klasičnim algoritmima Upoznavanje sa implementacijom klasičnih algoritama za rješavanje MOP u okviru Matlab Optimization Toolbox-a i njihova primjena za rješavanje testnih višekriterijalnih problema.</p> <p>2. Rješavanje višekriterijalnih problema evolucionim algoritmima Upoznavanje sa implementacijom evolucionih algoritama za rješavanje MOP i njihova primjena za rješavanje testnih višekriterijalnih problema.</p> <p>3. Rješavanje višekriterijalnog dinamičkog problema upravljanja Primjena obrađenih algoritama za rješavanje višekriterijalnog problema upravljanja simulacionim i fizičkim modelima procesa.</p> <p>4. Višekriterijalni dizajn regulatora Podešavanje parametara regulatora usvojene strukture primjenom obrađenih algoritama.</p> <p>5. Višekriterijalna identifikacija sistema Primjena obrađenih algoritama za višekriterijalnu identifikaciju fizičkih modela.</p>
Seminarski	<p>Teme seminarskih radova će biti određivane na individualnoj osnovi. Složenije teme se mogu obrađivati u timovima od dva do tri studenta.</p>

## Literatura

Preporučena	<p>1. D. Lozovanu, S. Pickl: "Optimization and Multiobjective Control of Time-Discrete Systems", Springer Verlag, 2009</p> <p>2. Jian-Bo Jang, J. F. Whidborne: "Multiobjective Optimisation &amp; Control", Research Studies Press Ltd, Philadelphia, 2002</p> <p>3. Cohon, Jared L.: "Multiobjective Programming and Planning", Dover Publications Inc., New York, 1978/2003</p> <p>4. Coello, Carlos A. Coello, Van Veldhuizen, David A., Lamont, Gary B.: "Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems", Kluwer Academic Publishers, New York, 2002</p> <p>5. Deb, Kalyanmoy: "Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms", John Wiley &amp; Sons, Ltd, West Sussex, 2001/2002</p>
-------------	---

## Dopunska

## Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:  
Direktna predavanja u sali. Predavanja su praćena izradom zadataka od strane

nastavnika, s ciljem da studenti ovladaju instrumentima i metodama uvedenim tokom predavanja.

Vježbe u laboratoriji. Vježbe se izvode u laboratoriji opremljenoj adekvatnim računarskim hardverom i softverom, te fizičkim modelima različitih vrsta procesa (električni, hidraulički, termički, pneumatski i sl.). Studenti u laboratorijskom okruženju rješavaju probleme koji obuhvataju tematiku iz prethodno predenog nastavnog materijala. Problemi koji se rješavaju u okviru laboratorijskih vježbi su unaprijed pripremljeni, pri čemu studenti prije pristupanja vježbi treba da obave adekvatnu pripremu u smislu izučavanja odgovarajućih materijala i implementacije potrebnih algoritama, što će im omogućiti uspješnu realizaciju problema tokom vremena predviđenog za rad u laboratoriji i naknadnog procesiranja prikupljenih podataka.

Konsultacije. Student ili grupa studenata dobijaju projekat koji uključuje primjenu metoda i algoritama obrađenih u okviru predavanja na odabrani problem. Realizirani projekat studenti predstavljaju u formi seminarskog rada, čije vrjednovanje je sastavni dio procesa ocjenjivanja uspjeha na kursu. Tokom rada na projektu, studenti imaju konsultativnu podršku od strane nastavnika u predviđenom fondu sati.

### **Način provjere znanja**

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu: Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova, student koji više od tri puta izostane s predavanja i laboratorijskih vježbi ne može ostvariti bodove po ovoj osnovi.

Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za rješenja laboratorijskih zadataka izvještaje koji opisuju ova rješenja. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Realizacija seminarskog rada: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za uspješnu realizaciju seminarskog radarješenja laboratorijskih zadataka izvještaje koji opisuju ova rješenja. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Završni razgovor: maksimalno 40 bodova. Studenti koji uspješno riješe sve postavljene zadatke pristupaju završnom razgovoru. Tokom završnog razgovora provjerava se koliko su studenti ovladali načinom apstraktnog razmišljanja i primjene teorije obrađene na predavanjima za rješavanje stvarnih problema. Posebno se vrednuje uočavanje novih ideja i pravaca istraživanja.

### **Oprema**

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskog rada podrazumijeva korištenje sljedeće opreme:

1.PC računar

2.Laboratorijski modeli procesa (Fluidni sistem sa mogućnošću regulacije nivoa, temperature, protoka; Astatički mehanički sistem sa nagibnom ravni ; Termički sistem sa više ulaza; Platforme sa različitim električnim motorima i sl.)

3.Oprema za akviziciju podataka (A/D, D/A, DIO)

4.Softver: Matlab/Simulink/Real-Time Workshop, LabVIEW, različiti razvojni alati

<b>Naziv</b>	Modelsko prediktivno upravljanje
<b>Šifra</b>	ETF-AEI MPU III-2345
<b>Godina</b>	Druga
<b>Semestar</b>	Treći
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

#### Cilj kursa

Znanja	Upoznavanje sa osnovnim konceptima modelskog prediktivnog upravljanja. Pregled trenutnih i budućih pravaca razvoja modelskog prediktivnog upravljanja.
Vještine	Usvajanje teoretskih osnova i praktičnih iskustava u sintezi modelskih prediktivnih sistema upravljanja, sa posebnim osvrtom na vremenski promjenjive sisteme.
Kompetencije	Ovladavanje praktičnim aspektima i implementacijom modelskih prediktivnih regulatora.

#### Program

Predavanja	<p>1.Osnove modelskog prediktivnog upravljanja Uvod u modelsko prediktivno upravljanje. Vrste modela i modelskih struktura, prednosti i ograničenja. Ograničenja na signale u prediktivnom upravljanju. Standardne sheme prediktivnog upravljanja.</p> <p>1.Strukture prediktivnih regulatora Shmitov prediktivni regulator. Povezanost standardnih upravljačkih struktura sa GPC i LQPC prediktivnim shemama upravljanja. Konačni/beskonačni horizont modelskog prediktivnog upravljanja. Rješenje problema standardnog prediktivnog upravljanja.</p> <p>2.Stabilnost modelski prediktivnih sistema i analiza robusnosti Kvadratna norma, višeparametarsko kvadratično programiranje, beskonačna norma i multiparametarsko linearno programiranje. Stabilnost i uloga rubnih tačaka. Efekti neizvjesnosti modela i analiza robusnosti. Utjecaji djelovanja šuma na predikciju i ograničenja.</p> <p>3.Hibridni modelsko-prediktivni sistemi Hibridno modelsko prediktivno upravljanje: sistemi sa pomiješanim kontinuiranim i diskretnim dinamikama. MLD sistemi.</p> <p>4.Primjena modelskog prediktivnog upravljanja</p>
------------	---

	Modelsko prediktivno upravljanje industrijskim postrojenjima. Ograničenja na upotrebu modelskog prediktivnog upravljanja u industriji: složenost, fleksibilnost, računarski zahtjevi, real-time implementacija. Primjeri praktičnih primjena modelskog prediktivnog upravljanja.
--	--

Vježbe	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Modelsko prediktivno upravljanje DC servomotora podvrgnutog djelovanju naponskih i momentnih opterećenja osovine motora.</li><li>2. Reduciranje utjecaja kašnjenja na upravljačke performanse i stabilnost upravljanog sistema korištenjem Smithovog prediktora.</li><li>3. Eliminiranje djelovanja poremećaja na sistem upravljanja pomoću modelskog prediktivnog upravljanja s antisipativnim djelovanjem.</li><li>4. Realizacija modelskog prediktivnog upravljanja preko PLC zasnovanog kontrolera.</li><li>5. On-line implementacija modelskog prediktivnog upravljanja korištenjem OPC servera.</li><li>6. Hibridno modelsko prediktivno upravljanje: sistemi sa pomiješanim kontinuiranim i diskretnim dinamikama.</li></ol>
--------	--

## Literatura

Preporučena	<ol style="list-style-type: none"><li>1. E. F. Camacho and C. Bordons, Model Predictive Control, Springer Verlag ; 2nd edition, 2007.</li><li>2. J. A. Rossiter, Model-Based Predictive Control: A Practical Approach, CRC Press, 2003.</li><li>3. W. H. Kwon and S. Han, Receding Horizon Control: Model Predictive Control for State Models, Springer Verlag, 2005.</li></ol>
-------------	---

## Dopunska

## Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:  
Direktna predavanja u sali.  
Vježbe u laboratoriji.  
Konsultacije sa studentima u definiranju seminarskih radova i praćenju dinamike njihove realizacije.

## Način provjere znanja

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu:  
Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova.  
Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 25 bodova.  
Realizacija seminarskog rada: maksimalno 25 bodova.  
Završni ispit: maksimalno 40 bodova.

## Oprema

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskog rada podrazumijeva korištenje sljedeće opreme:

1. Laboratorijski modeli procesa (Laboratorijski model 2DOF helikoptera Humusoft CE 150, maketa sistema sa servomotorom, enkoderom i pojačalom snage, Micromaster pogon s asinhronim motorom i frekvencijskim pretvaračem (Siemens CPU25S), Siemens PLC S313 i S314DP sa distribuiranom platformom, Magelis HMI sučelje s ugradbenim (embedded) PC-om, Schneider PLC M340 Modicon).

2. Oprema za akviziciju podataka (MF624 multifunkcionalna kartica, dSPACE CLP 1104 upravljački modul, modul za Profibus komunikaciju, modul analognih I/O).
3. Softver: Matlab/Simulink/Real-Time Workshop, Real-Time Workshop Target, Model Predictive Control Toolbox, WinCC flexible 2007 Advanced, Step 7 Professional 2006 SR6.

<b>Naziv</b>	Objektno orijentirane zaštite
<b>Šifra</b>	ETF-AEI OOO III-2345
<b>Godina</b>	Druga
<b>Semestar</b>	Treći
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

#### Cilj kursa

Znanja	Student produbljuje znanja iz zaštite. Ovladava koordinacijom zaštita na složenom objektu. Dobija osnove za projektovanje kompleksnih zaštita.
Vještine	
Kompetencije	

#### Program

Predavanja	<p>Predmet se sastoji od teoretskog i praktičnog dijela. U teoretskom dijelu analizira se kompleksan objekat sa aspekta zaštite (generator, transformator, vod). Analiza takođe obuhvata kvarove i načine šticeńja. Na kraju se ima integracija pojedinih zaštita u kompleksnu cjelinu da se postigne cjelovita i pouzdana zaštita objekta.</p> <p>Praktični dio obuhvata simulacije EES-a, i simulacije kvarova koristeći EMTP. Takođe se kroz praktični dio analizira i jedna realna numerička zaštita.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Kratki spojevi na generatoru</li> <li>2.Regulacija napona generatora</li> <li>3.Osnove projektovanja hardvera i softvera kompleksnih zaštita</li> <li>4.Diferencijalna zaštita generatora</li> <li>5.Rezervne zaštite generatora</li> </ol>
Vježbe	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.EMTP –osnovi modeliranja objekta analize</li> <li>2.Modeliranje EES-a</li> <li>3.Modeliranje i simulacija kratkih spojeva</li> <li>4.Simulacija kratkih spojeva sa i bez zasićenja strujnih transformatora</li> <li>5.Obrada rezultata sa aspekta modeliranja zaštite objekta</li> </ol>



## Literatura

### Preporučena

1. Leonard L. Grigsby, Power Systems , CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton 2007.
2. D. Reimert, Protective Relaying for Power Generation Systems , CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton 2007.
3. C. Preve, Protection of Electrical Network, ISTE Ltd, London, 2006.

### Dopunska

## Didaktičke metode

## Način provjere znanja

Prezentacija i odbrana seminarskog rada

## Oprema

PC sa EMTP programom, PC sa MatLab programom.

<b>Naziv</b>	Napredne tehnike upravljanja nelinearnim sistemima
<b>Šifra</b>	ETF- AEI NTUNS III-2345
<b>Godina</b>	Druga
<b>Semestar</b>	Treći
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

#### Cilj kursa

Znanja	Proširenje već postojećeg znanja iz područja nelinearnih sistema upravljanja i upoznavanje sa naprednijim tehnikama nelinearnog upravljanja i postupcima ispitivanja stabilnosti nelinearnih sistema.
Vještine	Usvajanje teorijskih znanja i njihova praktična primjena u analizi kontinuiranih i diskretnih nelinearnih regulatora i metodama njihovog projektiranja.
Kompetencije	Ovladavanje naprednim metodama analize stabilnosti nelinearnih sistema i tehnikama sinteze nelinearnih regulatora u kontinuiranim i diskretnim režimima rada.

#### Program

Predavanja	<p>1.Napredni pristupi u analizi stabilnosti nelinearnih sistema I Teorija stabilnosti nelinearnih sistema. Teoremi invarijantne stabilnosti, Lyapunovljevi teoremi suprotnosti i nestabilnosti. Napredni pristupi stabilnosti nelinearnih sistema. Generalizirani Lyapunovljevi teoremi stabilnosti.</p> <p>1.Napredni pristupi u analizi stabilnosti nelinearnih sistema II Prošireni Kalman-Yakubovich-Popov uvjeti za nelinearne dinamičke sisteme. Ulazno-izlazna stabilnost i teorija disipativnosti. Teorem malog pojačanja. Konvolucijske operatorske norme i L1 stabilnost.</p> <p>2.Nelinearno optimalno upravljanje Optimalno upravljanje nelinearnim sistemima, Hamilton-Jacobi-Bellman jednadžba, LQG regulatori. Inverzno optimalno upravljanje nelinearnih affine sistema. Eliminiranje utjecaja smetnji kod nelinearnih sistema upravljanja. Nelinearni i nekvalitativni regulatori za procese sa ograničenim smetnjama. Nelinearni regulatori sa višelinearnim i polinomskim kriterijima kvalitete.</p> <p>3.Robusni sistemi automatskog upravljanja Robusno upravljanje nelinearnim sistemima. Optimalno i inverzno optimalno robusno upravljanje. Strukturirane parametarske neizvjesnosti i parametarsko</p>
------------	--

ovisne Lyapunovljeve funkcije. Sinteza backstepping regulatora. Nelinearni obzerveri. Princip nelinearne separacije.  
4. Stabilnost nelinearnih diskretnih sistema automatskog upravljanja  
Teorije stabilnosti i disipativnosti diskretnih nelinearnih sistema. Stabilnost diskretnih nelinearnih sistema zasnovana na vektorskim funkcijama Lyapunova. Linearizacija disipativnih dinamičkih sistema. Granice stabilnosti diskretnih nelinearnih regulatora. Upravljačke funkcije Lyapunova za diskretne nelinearne sisteme.

#### Vježbe

1. Analiza stabilnosti nelinearnih sistema pomoću različitih formi funkcije Lyapunova.
1. Nelinearno optimalno upravljanje laboratorijskim modelom helikoptera: LQG pristup.
2. Dizajn i implementacija nelinearnog optimalno-robustnog regulatora za upravljanje nelinearnim sistemom DC motora.
3. Eliminiranje djelovanja poremećaja na sistem upravljanja korištenjem nelinearnog obzervera na primjeru modela helikoptera.
4. Sinteza backstepping regulatora pozicije mobilnog robota.

#### Literatura

##### Preporučena

1. W.M. Haddad & V. Chellaboina, Nonlinear Dynamical Systems and Control: A Lyapunov-Based Approach, Princeton University Press, 2008.
2. H.K. Khalil, Nonlinear Systems, 3rd Edition, Prentice Hall, 2002.
3. H. Marquez, Nonlinear Control Systems: Analysis and Design, Wiley-Interscience, 2003

##### Dopunska

#### Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:  
Direktna predavanja u sali.  
Vježbe u laboratoriji.  
Konsultacije sa studentima u definiranju seminarskih radova i praćenju dinamike njihove realizacije.

#### Način provjere znanja

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu:  
Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova.  
Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 25 bodova.  
Realizacija seminarskog rada: maksimalno 25 bodova.  
Završni ispit: maksimalno 40 bodova.

#### Oprema

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskog rada podrazumijeva korištenje sljedeće opreme:  
1. Laboratorijski modeli procesa (Laboratorijski model 2DOF helikoptera Humusoft CE 150, maketa sistema sa servomotorom, enkoderom i pojačalom snage, Pioneer 3DX mobilni robot).  
1. Oprema za akviziciju podataka (MF624 multifunkcionalna kartica, dSPACE CLP 1104 upravljački modul, Motorola MPC555 procesorski baziran modul).

2. Software: Matlab/Simulink/Real-Time Workshop, Real-Time Workshop Target, Control System Toolbox, Robust Control Toolbox, Optimization Toolbox.

<b>Naziv</b>	Hibridni inteligentni sistemi
<b>Šifra</b>	ETF-AEI HIS III-2345
<b>Godina</b>	Druga
<b>Semestar</b>	Treći
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

#### Cilj kursa

Znanja	Metode hibridizacije u soft računarstvu koje se baziraju na kombinovanju različitih paradigmi u jedan sistem: NN-Fuzzy sistem, integracija GA i fuzzy sistema i integracija GA i NN sistema
Vještine	Modeliranje, simulacija i implementacija hibridnih (ekvivalenti, kooperativni i konkurentni) Fuzzy-Neuro, Ga-Fuzzy i GA-Neuro sistema koristeći integrirane softverske alate i GUI-e.
Kompetencije	1. identifikacija sistema iz realnog okruženja koji bi se mogli računarski modelirati koristeći hibridne metode vještačke inteligencije 2. implementacija i validacija tih sistema u realnom okruženju i 3. primjena povratnih informacija (mjerene vrijednosti i statistički podaci) koje bi se uzele u razmatranje u daljim analizama, odnosno, traganjima za poboljšanim rješenjima.

#### Program

Predavanja	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hibridizacija u soft računarstvu komponente soft računarstva, paradigma hibridnih sistema, globalna struktura hibridnog sistema, podjela hibridnih sistema na kaskadne, strukturalno zamjenljive i integrirane (fusijske),.</li> <li>2. Hibridizacija simboličkih sistema, fuzzy logike i neuronskih mreža (NN) kombinovanje različitih paradigmi u jedan sistem, inkorporacija neuronskih mreža u produkciona pravila, inkorporacija fuzzy modula zaključivanja u produkciona pravila, NN-ekspertni sistem</li> <li>3. NN-Fuzzy sistemi (NNFS) neuro-fuzzy sistemi-ekvivalenti, kooperativni neuro-fuzzy sistemi, konkurentni neuro-fuzzy sistemi, integrirani neuro-fuzzy sistemi, Mamdani integrirani neuro fuzzy system, Takagi-Sugeno integrirani sistem, Adaptivni neuro-fuzzy inferentni system (ANFIS);</li> <li>4. Integracija genetičkih algoritama (GA) i fuzzy sistema adaptacija kontrolnih parametara za genetički algoritam, genetičko podešavanje baze podataka, genetičko učenje baze pravila, genetičko učenje baze znanja,</li> </ol>
------------	--

	<p>5. Integracija genetičkih algoritama i NN sistema GA-optimizacija neuronskih težina, izbor populacije hromozoma, definisanje fitnesa funkcije kao mjere performanse, enkodiranje skupa težina u hromozom, genetičke operacije u optimizaciji neuronskih težina, GA-optimizacija NN-topologije, GA-optimizacija težina i topologije NN, evolucioni ciklus evoluirajuće NN topologije</p>
Vježbe	<p>1. Modeliranje Neuro-Fuzzy ekspertnog sistema Na bazi definisanih statističkih podataka vezanih za različite dermatološke sisteme potrebno je dizajnirati ANFIS system koji će izvršiti klasifikaciju bolesti. Alati: MATLAB i ANFIS GUI</p> <p>2. Modeliranje Mamdani fuzzy kontrolera na bazi genetičkog algoritma(GA) Potrebno je klonirati digitalni klasični kontroler u fuzzy Mamdani kontroler, a zatim koristeći GA izvršiti: podešavanje funkcija skaliranja, podešavanje funkcija pripadnosti i podešavanje fuzzy pravila Alati: MATLAB, Fuzzy Logic Toolbox, GA Tooolbox i FlexCi</p> <p>3. Modeliranje Sugeno fuzzy kontrolera na bazi genetičkog algoritma Potrebno je klonirati digitalni klasični kontroler u fuzzy Sugeno kontroler, a zatim koristeći GA izvršiti: podešavanje funkcija skaliranja, podešavanje funkcija pripadnosti i podešavanje fuzzy pravila Alati: MATLAB, Fuzzy Logic Toolbox, GA Tooolbox i FlexCi</p> <p>4. Modeliranje NN linearnih adaptivnih struktura na bazi GA Dizajnirati NN linearne adaptivne strukture na bazi GA opcija učenja za generisanje težina i topologije. Načiniti varijante struktura koristeći regularni GA, steady state GA i micro GA. Pri tome realne izlaze procijeniti sa: Least square error, Huber error, Logistic error, Talvars error i Hampel error. Alati: MATLAB, NN Toolbox, GA Tooolbox i FlexCi</p> <p>5. Modeliranje NN nelinearnih struktura na bazi GA Dizajnirati NN nelinearne adaptivne strukture na bazi GA opcija učenja za generisanje težina i topologije. Načiniti varijante struktura koristeći regularni GA, steady state G i micro GA. Pri tome realne izlaze procijeniti sa: Least square error, Huber error, Logistic error, Talvars error i Hampel error. Alati: MATLAB, NN Toolbox, GA Tooolbox i FlexCi</p>
Seminarski	<p>1. GA-Fuzzy sistem baziran na Michigan pristupu</p> <p>2. GA-Fuzzy sistem baziran na Pitssburg pristupu:</p> <p>3. Evoluirajući konekcionistički sistemi za supervizijsko učenje</p> <p>4. Evoluirajući konekcionistički sistemi za nesupervizijsko učenje</p> <p>5. Evoluirajući Neuro-Fuzzy sistemi</p>

## Literatura

Preporučena	<p>1. P. Angelov , D.P. Filev, N. Kasabov, Evolving Intelligent Systems: Methodology and Applications, Joh Wiley &amp; Son, Inc...Hoboken, New Jersey, 2010</p> <p>2. O. Castillo, P. Melin, J. Kacprzyk, W. Pedrycz, Soft computing for hybrid intelligent systems, Springer-Verlag, Heidelberg, 2008.</p> <p>3. A.L. Nelson, G. J. Barlow, L. Doitsidis, Fitness functions in evolutionary robotics: A survey and analysis in Journal Robotics and Autonomous Systems, CMU, Pittsburgh, PA, 2009</p> <p>4. O. Cordon, F. Herrera, F. Hoffman, L. Magdalena, Genetic fuzzy systems, World Scientific Publishing, London 2001.</p> <p>5. P. Melin, J. Kacprzyk, W. Pedrycz, Bio-inspired hybrid intelligent systems for image analysis and pattern recognition, Springer-Verlag, Heidelberg 2009.</p>
-------------	---

## Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:

Direktna predavanja u sali. Predavanja su praćena izradom zadataka od strane nastavnika, s ciljem da studenti ovladaju metodama uvedenim tokom predavanja.

Vježbe u laboratoriji. Vježbe se izvode u laboratoriji opremljenoj adekvatnim računarskim hardverom i softverom. Studenti u laboratorijskom okruženju rješavaju probleme koji obuhvataju tematiku iz prethodno predenog nastavnog materijala. Problemi koji se rješavaju u okviru laboratorijskih vježbi su unaprijed pripremljeni, pri čemu studenti prije pristupanja vježbi treba da obave adekvatnu pripremu u smislu izučavanja odgovarajućih materijala i implementacije potrebnih algoritama, što će im omogućiti uspješnu realizaciju problema tokom vremena predviđenog za rad u laboratoriji i naknadnog procesiranja prikupljenih podataka.

Konsultacije. Student ili grupa studenata dobijaju projekat koji uključuje primjenu metoda i algoritama obrađenih u okviru predavanja na odabrani problem. Realizirani projekat studenti predstavljaju u formi seminarskog rada, čije vrjednovanje je sastavni dio procesa ocjenjivanja uspjeha na kursu. Tokom rada na projektu, studenti imaju konsultativnu podršku od strane nastavnika u predviđenom fondu sati.

## Način provjere znanja

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu:

Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova, student koji više od tri puta izostane s predavanja i laboratorijskih vježbi ne može ostvariti bodove po ovoj osnovi.

Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za rješenja laboratorijskih zadataka izvještaje koji opisuju ova rješenja. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Realizacija seminarskog rada: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za uspješnu realizaciju seminarskog rada. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Završni razgovor: maksimalno 40 bodova. Studenti koji uspješno riješe sve postavljene zadatke pristupaju završnom razgovoru. Tokom završnog razgovora provjerava se koliko su studenti ovladali načinom apstraktnog razmišljanja i primjene teorije obrađene na predavanjima za rješavanje stvarnih problema. Posebno se vrednuje uočavanje novih ideja i pravaca istraživanja.

## Oprema

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskog rada podrazumijeva korištenje sljedeće opreme:

1.PC računar

2.Softver: Matlab/Simulink/ Fuzzy Logic Toolbox, Neural Network Toolbox, Genetic Algorithm Toolbox, Optimization Toolbox, FlexCI Toolbox

<b>Naziv</b>	Sistemi energetske elektronike za alternativne izvore energije
<b>Šifra</b>	ETF-AEI SEEAIE III-2345
<b>Godina</b>	Druga
<b>Semestar</b>	Treći
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

## Cilj kursa

Znanja	<p>Ovaj kurs namijenjen je studentima koji su otislušali kurs energetske elektronike na prvom ciklusu studija i upoznati su sa principima rada osnovnih pretvarača .</p> <p>Ciljevi kursa su:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- da upozna studente sa karakteristikama alternativnih izvora energije;</li> <li>- da prezentira osnovne i napredne topologije pretvarača za alternativne izvore energije, analizu njihovog stepena korisnog djelovanja, dinamike, modeliranja i upravljanja.</li> <li>- da studentima omogući upoznavanje sa projektovanjem pretvarača i sistema za konverziju energije.</li> </ul> <p>Poznavanje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- strukture poluprovodničkih energetskih pretvarača istosmjerno –istosmjerno, istosmjerno –naizmjenično, naizmjenično-istosmjerno.</li> <li>- metode modeliranja i analize rada poluprovodničkih pretvarača.</li> <li>- metode izbora struktura pretvarača i upravljanja pretvarača</li> </ul>
Vještine	Projektovanje tipova pretvarača za odgovarajuće alternativne izvore energije.
Kompetencije	

## Program

Predavanja	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza tehničkih karakteristika alternativnih izvora: vjetrogeneratora, solarnih ćelija i gorivih ćelija.</li> <li>2. Analiza rada pretvarača: višestepenih invertora, višefaznih DC-DC pretvarača, jednofaznih i trofaznih ispravljača sa korekcijom faktora snage.</li> <li>3. Karakteristike povezivanja alternativnih izvora na energhetsku mrežu.</li> </ol> <p>Uticaj izvora sa pretvaračem na mrežu i uticaj energetske mreže na rad sistema pretvarač-izvor. Analiza kvaliteta električne energije na mjestu spajanja izvora u mrežu.</p>
------------	--



4. Upravljanje pretvarača: višestepenih invertora, višefaznih DC-DC pretvarača, jednofaznih i trofaznih ispravljača sa korekcijom faktora snage.  
5. Analiza statičkih i dinamičkih režima rada sistema: izvor električne energije-poluprovodnički pretvarač-energetska mreža.

#### Vježbe

Prva vježba:

Mjerenje prenosne funkcije  $V_o/V_G$  BUCK pretvarača

Koristeći osnovnu opremu i maketu BUCK pretvarača biće snimljena prenosna karakteristika kojom je opisana promjena izlaznog napona u zavisnosti od promjene ulaznog istosmjernog napona  $V_G$  radnog ciklusa (duty ratio  $d$ ).

Druga vježba

Mjerenje prenosne funkcije  $V_o/d$  invertora

Koristeći osnovnu opremu i maketu BOOST pretvarača biće snimljena prenosna karakteristika kojom je opisana promjena izlaznog napona u zavisnosti od promjene radnog ciklusa  $d$  (duty ratio  $d$ ).

Treća vježba

BUCK pretvarač upravljan primjenom kliznog režima.

Modelirati na računaru upravljani pretvarač, realizovati na maketi klizni režim, simulirati promjene opterećenja i ulaznog napona na modelu i na maketi i uporediti rezultate.

Četvrta i peta vježba

Modeliranje sistema: izvor energije – pretvarač – energetska mreža.

Modelirati na računaru u nekom od programskih jezika (MATLAB –

SIMULINK, PSIM) sistem: izvor energije - upravljani pretvarač – energetska mreža.

#### Literatura

##### Preporučena

1. N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins, Power Electronics: Converters, Applications and Design, John Wiley & Sons, New York, 1989.

2. J. Kasakian, M. Schlecht, G. Vergese, Principle of power electronics MIT, Academic press 1991.

3. R. W. Erickson, D. Maksimović: Fundamentals of Power Electronics, Kluwer Academic Publisher 2001.

4. M. R. Patel: Wind and Solar Power Systems, CRC Press, USA, 2002, ISBN 0-8493-1605-7.

##### Dopunska

#### Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:

Direktna predavanja u sali. Predavanja su praćena izradom zadataka od strane nastavnika, s ciljem da studenti ovladaju instrumentima i metodama uvedenim tokom predavanja.

Vježbe u laboratoriji. Vježbe se izvode u laboratoriji opremljenoj adekvatnim računarskim hardverom i softverom, te fizičkim modelima različitih vrsta procesa (električni, hidraulički, termički, pneumatski i sl.). Studenti u laboratorijskom okruženju rješavaju probleme koji obuhvataju tematiku iz prethodno predenog nastavnog materijala. Problemi koji se rješavaju u okviru laboratorijskih vježbi su unaprijed pripremljeni, pri čemu studenti prije pristupanja vježbi treba da obave adekvatnu pripremu u smislu izučavanja odgovarajućih materijala i implementacije potrebnih algoritama, što će im omogućiti uspješnu realizaciju problema tokom vremena predviđenog za rad u laboratoriji i naknadnog procesiranja prikupljenih podataka.

Konsultacije. Student ili grupa studenata dobijaju projekat koji uključuje primjenu metoda i algoritama obrađenih u okviru predavanja na odabrani problem. Realizirani projekat studenti predstavljaju u formi seminarskog rada, čije vrjednovanje je sastavni dio procesa ocjenjivanja uspjeha na kursu. Tokom rada na projektu, studenti imaju konsultativnu podršku od strane nastavnika u predviđenom fondu sati.

### **Način provjere znanja**

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu: Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova, student koji više od tri puta izostane s predavanja i laboratorijskih vježbi ne može ostvariti bodove po ovoj osnovi.

Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za rješenja laboratorijskih zadataka izvještaje koji opisuju ova rješenja. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Realizacija seminarskog rada: maksimalno 25 bodova. Studenti dobivaju bodove za uspješnu realizaciju seminarskog radarješenja laboratorijskih zadataka izvještaje koji opisuju ova rješenja. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvaćen način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Završni razgovor: maksimalno 40 bodova. Studenti koji uspješno riješe sve postavljene zadatke pristupaju završnom razgovoru. Tokom završnog razgovora provjerava se koliko su studenti ovladali načinom apstraktnog razmišljanja i primjene teorije obrađene na predavanjima za rješavanje stvarnih problema. Posebno se vrednuje uočavanje novih ideja i pravaca istraživanja.

### **Oprema**

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskog rada podrazumijeva korištenje sljedeće opreme:

1. PC računar

1. Laboratorija za elektroniku

2. Oprema za akviziciju podataka (A/D, D/A, DIO)

3. Softver: Matlab/Simulink/Real-Time Workshop, LabVIEW, različiti razvojni alati

Primjer specifikacije opreme

- Maketa pretvarača .

- Izvor istosmjerni

- Osciloskop

- Mjerne sonde, strujna I naponska

- A/D konvertor

- Računar

- Softver LABVIEW

- Analizator mreža

<b>Naziv</b>	Napredni dizajn ugradbenih sistema
<b>Šifra</b>	ETF-AEI NDUS III-2345
<b>Godina</b>	Druga
<b>Semestar</b>	Treći
<b>Tip</b>	Izborni
<b>Broj ECTS bodova</b>	8
<b>Ukupno sati nastave</b>	45
<b>Broj sati predavanja</b>	15
<b>Broj sati vježbi</b>	15
<b>Broj sati konsultacija</b>	15

### Cilj kursa

Znanja	U okviru kursa studenti se upoznaju sa naprednim metodama i alatima za dizajn ugradbenih sistema. Pored toga upoznaju se sa tehnikama formalnog opisivanja ugradbenih sistema, metodama validacije i verifikacije.
Vještine	Ovladavanje tehnikama brzog razvoja prototipa i formalnim opisivanjem ugradbenih sistema.
Kompetencije	Na bazi stečenih znanja studenti će biti sposobni da projektuju ugradbene sisteme, te sisteme na čipu.

### Program

Predavanja	<p>1.Ugradbeni sistemi i sistemi realnog vremena Definicija ugradbenih sistema. Sistemi realnog vremena. Real-time ugradbeni sistemi. Područje primjene ugradbenih sistema. Značaj i perspektive ugradbenih sistema.</p> <p>2.Dizajn ugradbenih sistema Dizajn ugradbenih sistema. Funkcionalni dizajn. Funkcijska arhitektura i hardver-softver kodizajn. Hardver-softver koverifikacija i hardverska simulacija. Softverska implementacija. Kompilacija, debugiranje, real-time planiranje. Hardverska implementacija. Logička sinteza i provjera jednakosti. Postavljanje, rutiranje i izvlačenje. Simulacija, formalna verifikacija i generiranje testnih uzoraka. Platformski bazirani dizajn.</p> <p>3.Dizajn i validacija ugradbenih sistema Formalne metode dizajna ugradbenih sistema. Metode matematskog modeliranja ugradbenih sistema. Definiranje zajedničkog jezika između naručioca i razvojnog tima ugradbenih sistema. Tranzicijski sistemi, agenti, ponašanja, vremenska logika, apsatraktna mašina stanja, itd. Alati za validaciju zahtjeva (zahtjevano ili željene performanse ugradbenih sistema), konzistentnost i kompletnost zahtjeva.</p> <p>4.Jezici za dizajn i verifikaciju</p>
------------	--

	<p>Metode verifikacije. Verifikacija bazirana na simulaciji. Formalna verifikacija. Verifikacija bazirana na tvrdnjama. Formalna verifikacija osobina. Jezici za verifikaciju hardvera: HDL, Temporal e, Open Vera, For Spec. Jezici za verifikaciju softvera. Jezici za verifikaciju sistema na čipu . Standardizacija jezika za verifikaciju. UML.</p> <p>5.Real-time operativni sistemi</p> <p>Arhitektura i funkcije real-time operativnog sistema. Model procesa i niti. Sinhronizacija i komunikacija između procesa. POSIX standard. Atributi i objekti. Višenitnost. Real-time signali i asinhroni događaji. Semafori. Uslovne varijable. Zajednička memorija. Satovi i tajmeri. Obrada izuzetaka. Obrada prekida. Periodično manipuliranje zadacima. Organizacija vremenske skale. EDF algoritam.</p> <p>6.Ugradbeni sistemi niske potrošnje</p> <p>CMOS niske potrošnje. Prenosni sistemi. Baterijska napajanja. Upravljanje potrošnjom. Modeliranje potrošnje. Tehnike razvoja ugradbenih sistema niske potrošnje.</p>
Vježbe	<p>1.Dizajn RTOS</p> <p>Realiziruje se RTOS na mikrokontroleru.</p> <p>1.Formalni opis dizajna ugradbenog sistema</p> <p>Formalno se opisuje zahtjev za gradnjom mjerno-akvizicionog sistema potrebnih performansi.</p> <p>2.Hardver-softver kodizajn</p> <p>Realizuje se mjerno-akvizicioni sistem prema zahtjevima iz prethodne vježbe.</p> <p>3.Simulacija i verifikacija ugradbenog sistema</p> <p>Korištenjem integriranog razvojnog okruženja izvrši se simulacija dizajniranog rješenja mjerno-akvizicionog sistema, te se na bazi realiziranog fizičkog modela izvrši provjera performansi.</p> <p>4.Izrada procedure testiranja</p>
Seminarski	<p>Svaki student dobija pojedinačnu temu za seminarski. Teme se biraju tako da student obradi sve faze u postupku dizajna nekog konkretnog ugradbenog sistema. Po završenom seminarskom radu kroz radionice studenti prezentiraju svoja rješenja.</p>

## Literatura

Preporučena	<p>1. Ricard Zuravski, editor, 'Embedded Systems Handbook', CRC Taylor&amp;Francis, 2006.</p> <p>2. Qing Li, Caroline Yao, ' Real-Time Concepts for Embedded Systems', 2003 CMP Books.</p> <p>3. Jack Ganssle, 'Embedded Systems', Elsevier 2008.</p>
-------------	---

## Dopunska

## Didaktičke metode

Kurs se izvodi kroz tri vrste aktivnosti:

Direktna predavanja u sali. Predavanja su praćena izradom primjera od strane nastavnika, s ciljem da studenti ovladaju instrumentima i metodama uvedenim tokom predavanja.

Vježbe u laboratoriji. Vježbe se izvode u laboratoriji opremljenoj adekvatnim računarskim hardverom i softverom, te standardnom elektroničkom instrumentacijom i elektroničkim komponentama. Studenti u laboratorijskom okruženju rješavaju probleme koji obuhvataju tematiku iz prethodno predenog

nastavnog materijala. Problemi koji se rješavaju u okviru laboratorijskih vježbi su unaprijed pripremljeni, pri čemu studenti prije pristupanja vježbi treba da obave adekvatnu pripremu u smislu izučavanja odgovarajućih materijala i implementacije potrebnih algoritama, što će im omogućiti uspješnu realizaciju problema tokom vremena predviđenog za rad u laboratoriji i naknadnog procesiranja prikupljenih podataka.

Konsultacije. Svaki student dobija projekat koji uključuje primjenu metoda i algoritama obrađenih u okviru predavanja na odabrani problem. Realizirani projekat studenti predstavljaju u formi seminarskog rada, čije vrjednovanje je sastavni dio procesa ocjenjivanja uspjeha na kursu. Tokom rada na projektu, studenti imaju konsultativnu podršku od strane nastavnika u predviđenom fondu sati.

## **Način provjere znanja**

Tokom trajanja kursa student prikuplja bodove prema sljedećem sistemu: Prisustvo satima predavanja i laboratorijskih vježbi: 10 bodova, student koji više od tri puta izostane s predavanja i laboratorijskih vježbi ne može ostvariti bodove po ovoj osnovi.

Realizacija laboratorijskih vježbi: maksimalno 10 bodova. Studenti dobivaju bodove za rješenja laboratorijskih zadataka i izvještaje koji opisuju ova rješenja. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvatljiv način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Realizacija seminarskog rada: maksimalno 40 bodova. Studenti dobivaju bodove za uspješnu realizaciju seminarskog rada. Pri ocjenjivanju se vodi računa o kreativnosti rješenja i kvalitetu njihove prezentacije na naučno prihvatljiv način (forma rada, teza, drugi rezultati, prijedlog rješenja, rezultati testiranja).

Završni razgovor: maksimalno 40 bodova. Studenti koji uspješno riješe sve postavljene zadatke pristupaju završnom razgovoru. Tokom završnog razgovora provjerava se koliko su studenti ovladali načinom apstraktnog razmišljanja i primjene teorije obrađene na predavanjima za rješavanje stvarnih problema. Posebno se vrednuje uočavanje novih ideja i pravaca istraživanja.

## **Oprema**

Realizacija laboratorijskih vježbi i seminarskih radova podrazumijeva korištenje sljedeće opreme:

- 1.PC računar,
- 1.Razvojni sistem-hardverska platforma: Digilent Spartan 3E-Starter,
- 2.Razvojni sistem-softverska platforma: Xilinx ISE Design,
- 3.Standardna elektronička oprema i komponente.
- 4.Specijalistička mjerna i testna oprema.