

Energetska elektronika – Silabus predmeta

Sadržaj

1	Uvodni sat	1
2	Informacije o predmetu na stranici moj.tvz.hr	2
3	Načini provjere znanja	4
4	Potrebno predznanje za uspješno učenje predmeta Energetska elektronika	6

1 Uvodni sat

Stranice predmeta

- moj.tvz.hr (Autoriziran pristup. Obavijesti i upute.)
- <https://nastava.tvz.hr/~zstojanovic/predmeti/ee/ee.htm> (Neautoriziran pristup.)

Nastavni materijali u pisanom obliku

- Udžbenik Ivan Flegar, Elektronički energetske pretvarači, Kigen, Zagreb 2010.
- U pisanom obliku riješeni zadaci i primjeri simulacija na stranici predmeta na moj.tvz.hr i na stranici <https://nastava.tvz.hr/~zstojanovic/predmeti/ee/ee.htm>
- U pisanom obliku kolokviji i pismeni ispiti s konačnim rješenjima na stranici predmeta na moj.tvz.hr i na stranici <https://nastava.tvz.hr/~zstojanovic/predmeti/ee/ee.htm>

Video nastavni materijali

- Snimke predavanja i vježbi dostupne na kanalima na Streamu
<https://tvzhr.sharepoint.com/sites/eneele/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Feneele%2FShared%20Documents%2FGeneral%2FRecordings&p=true&ga=1>
(Vjerojatno treba zatražiti pristup.)

Način i uvjeti polaganja predmeta

- Polaganje ispita opisno je u 3 *Načini provjere znanja*.
- Dva kolokvija. Moguće je položiti ispit u cijelosti.
- Pismeni ispit i usmeni ispit.

2 Informacije o predmetu na stranici moj.tvz.hr

Šifra WEB/ISVU	32051/271112 redovni 31418/156355 izvanredni	ECTS	5	Akadska godina	2025/2026
Naziv	Energetska elektronika				
Status	4. semestar - Energetska elektrotehnika (Redovni prijediplomski elektrotehnika) - Obavezni predmet4. semestar - Automatizacija i procesno računarstvo (Redovni prijediplomski elektrotehnika) - Obavezni predmet4. semestar - Komunikacijska i računalna tehnika (Redovni prijediplomski elektrotehnika) - Izborni predmet				
Pripadnost					
Izvedba nastave	Predavanja + vježbe (auditorne+laboratorij+seminar+konstrukcijske) Samostalan rad	30+30 (30+0+0+0) 90			
Izvođači	Predavanja:1. dr. sc. Željko Stojanović profesor stručnog studija Predavanja:2. Vatroslav Zuppa Bakša v. pred. Auditorne vježbe:dr. sc. Željko Stojanović profesor stručnog studija				
Cilj predmeta	Stjecanje znanja iz područja energetske elektronike.				
Ishodi učenja:	1.klasificirati električke komponente prema njihovim pretvaračkim svojstvima . Razina:6,7 2.razlikovati pojedine vrste pretvarača. Razina:6 3.analizirati osnovne spojeve istosmjernih pretvarača . Razina:6 4.analizirati osnovne spojeve ispravljača . Razina:6 5.komentirati utjecaj pojedinog ispravljača na pojnu mrežu. Razina:6 6.analizirati osnovne spojeve autonomnih izmjenjivača . Razina:6				
Način izvođenja predavanja	Frontalna, ex cathedra Analiza primjera, case studies Demonstracije Diskusija problema Pitanja - odgovori Gradivo se izlaže uz korištenje literature a obrađuju se i konkretni primjeri.				
Način izvođenja auditornih vježbi	Grupno rješavanje zadanih problema Rasprave, brainstorming Ostalo, upisati Rješavanje zadataka te diskusija rezultata. Pokazne vježbe u Institutu za elektrotehniku-Končar.				
Sadržaj predavanja	1.Energetski pretvarači. Osnovna svojstva energetske pretvarača, 2h, Ishodi:1 2.Pojam pretvaračke komponente.Konstitutivne komponente i struktura energetske pretvarača, 2h, Ishodi:1,3,4,5 3.Poluvodički učinski ventili, 2h, Ishodi:1,3,4,5 4.Realizacija neupravljive sklopke, strujno jednosmjernih sklopki, naponski jednosmjernih sklopki, dvosmjernih sklopki, 2h, Ishodi:1,3,4,5 5.Istosmjerni pretvarači, 2h, Ishodi:1,2,3 6.Jednokvadrantni izravni i neizravni istosmjerni pretvarači, 2h, Ishodi:1,2,3 7.Istosmjerni pretvarači s galvanskim odvajanjem, 2h, Ishodi:1,2,3 8.Četverokvadrantni istosmjerni pretvarači, 2h, Ishodi:1,2,3 9.Ispravljači. Opća svojstva ispravljača, 2h, Ishodi:1,2,4 10.Neupravljivi ispravljači. Induktivno opterećen jednofazni mosni spoj., 2h, Ishodi:1,2,4 11.Neupravljivi ispravljači.Induktivno i kapacitivno opterećen jednofazni mosni spoj., 2h, Ishodi:1,2,4 12.Neupravljivi ispravljači.Induktivno opterećeni trofazni ispravljač., 2h, Ishodi:1,2,4 13.Povratna djelovanja ispravljača na pojnu mrežu i njihovo smanjenje, 2h, Ishodi:1,2,4 14.Autonomni izmjenjivači s naponskim ulazom, 2h, Ishodi:1,2,5 15.Smanjivanje harmonika u ulaznoj struji, 2h, Ishodi:1,2,5				

Sadržaj auditornih vježbi	1.Posjeta tvornici Končar, 2h, Ishodi:2 2.Ponavljanje: zakoni komutacije, srednja i efektivna vrijednost, 2h, Ishodi:3,4,5 3.Energetski pretvarači. Osnovna svojstva energetskih pretvarača, 2h, Ishodi:1 4.Realizacija neupravljive sklopke, strujno jednosmjernih sklopki, naponski jednosmjernih sklopki, dvosmjernih sklopki, 2h, Ishodi:1,3,4,5 5.Istosmjerni pretvarači, 2h, Ishodi:1,2,3 6.Jednokvadrantni izravni istosmjerni pretvarači, 2h, Ishodi:1,2,3 7.Jednokvadrantni izravni i neizravni istosmjerni pretvarači, 2h, Ishodi:1,2,3 8.Istosmjerni pretvarači s galvanskim odvajanjem, 2h, Ishodi:1,2,3 9.Četverokvadrantni istosmjerni pretvarači, 2h, Ishodi:1,2,3 10.Ispravljači. Opća svojstva ispravljača, 2h, Ishodi:1,2,4 11.Neupravljivi ispravljači, 2h, Ishodi:1,2,4 12.Neupravljivi ispravljači, 2h, Ishodi:1,2,4 13.Povratna djelovanja ispravljača na pojnu mrežu i njihovo smanjenje, 2h, Ishodi:1,2,4 14.Autonomni izmjenjivači s naponskim ulazom, 2h, Ishodi:1,2,5 15.Autonomni izmjenjivači s naponskim ulazom, 2h, Ishodi:1,2,5		
Materijalni uvjeti za izvedbu predmeta	Elementarni: predavaona, ploča, kreda...		
Ishodi	Bijela ploča sa flomasterima		
Literatura	7#6 Obvezna: 1. I. Flegar, Elektronički energetski pretvarači, Kigen, Zagreb, 2010 Dopunska: 1. K. Thorborg, Power electronics, Prentice Hall, New York, 1988 2. R. W. Erickson, D. Maksimovic, Fundamentals of power electronics, 3.izd., Springer, 2020 3. I. Flegar, Sklopovi energetske elektronike, Graphis, Zagreb, 1996		
Uvjeti za potpis (obaveze studenta)	Prisutnost i rezultat na kolokviju. Minimalno 25% od ukupnog broja bodova.		
Provjera znanja u semestru	Prisutnost na nastavi vrednuje se s najviše 10% od ukupnog broja bodova na kolokvijima. Tijekom semestra organiziraju se dva kolokvija. Numerički zadaci čine oko 80% ukupnog broja bodova, a teorijska pitanja oko 20% ukupnog broja bodova. Studenti koji postignu na oba kolokvija u zbroju 10 bodova ili više položili su time i predmet u cjelini. Ocjene ispita na temelju položenih kolokvija: - 10 do 13 bodova dovoljan - 13 do 16 bodova dobar - 16 do 18 bodova vrlo dobar - 18 do 20 bodova izvrstan		
Način polaganja ispita nakon semestra	Pismeni ispit i usmeni ispit. Uvjet za pristupanje usmenom ispitu je minimalno 50% na pismenom ispitu. Mogućnost izrade seminarskog rada.		
Praćenje rada studenta:	Aktivnost	ECTS	
	Kontinuirana provjera znanja ()	4	
	Pohađanje nastave ()	1	
Napomena	Iz ovog predmeta moguća je izrada završnog/diplomskog rada		
ISVU ekvivalencije:	22280;		
Izradio prijedlog	Željko Stojanović		

3 Načini provjere znanja

1 Literatura

Ivan Flegar, *Elektronički energetske pretvarači*, Kigen, Zagreb, 2010

2 Sadržaj predmeta

Gradivo predmeta čine sljedeća poglavlja iz knjige *Elektronički energetske pretvarači*:

- od 1 do 7, 9, 10, 14 i 16.

3 Načini polaganja ispita

- a) Tijekom semestra organiziraju se **dva kolokvija**.
- b) Studenti koji na oba kolokvija postignu u zbroju **50%** od maksimalnog broja bodova ili više **položili su** time i **predmet u cjelini**, te im se nakon prijave na ispitni rok upisuju ocjene ovisno o uspjehu postignutom na kolokvijima.
- c) Studenti koji postignu u zbroju **manje od 25%** od maksimalnog broja bodova **nisu ostvarili uvjet za potpis** i ne mogu pristupiti ispitu u tekućoj akademskoj godini.
- d) Ostali studenti pristupaju ispitu u okviru redovnih ispitnih rokova.

4 Provedba kolokvija i ocjene

- a) Kolokviji se pišu u učionici.
- b) Kolokvij traje do **60 minuta**: postavlja se **5 pitanja i zadataka** iz knjige *Elektronički energetske pretvarači*, i to
 - na prvom kolokviju iz skupa pitanja i zadataka od 1. do 7. poglavlja,
 - na drugom kolokviju iz skupa pitanja i zadataka iz 9., 10., 14. i 16. poglavlja,
- c) Ispravan i **argumentirani** odgovor vrijedi **koliko je navedeno pored pitanja**. Mogu se vrednovati i najvažnija međurješenja.
- d) Prvi kolokvij piše se poslije osmih predavanja, a drugi kolokvij u posljednjem tjednu nastave.
- e) Ocjene ispita na temelju **položenih kolokvija**:
 - 0-25% → neostvaren uvjet za pristup ispitu
 - 25-50% → nedovoljan
 - 50-60% → dovoljan
 - 60-75% → dobar
 - 75-90% → vrlo dobar
 - 90-100% → izvrstan

5 Provedba ispita

- a) Student na ispit donosi **samo**: studentsku iskaznicu, 2 neispisana lista papira formata A4 i pribor za pisanje i računanje. Postavlja se **5 pitanja i zadataka** iz knjige *Elektronički energetske pretvarači*
- b) Ispit traje **60 minuta**.
- c) Ispravan i **argumentirani** odgovor vrijedi **koliko je navedeno pored pitanja**. Vrednuju se i najvažnija međurješenja.

- d) Student je položio pismeni dio ispita ako postigne 50% od mogućih bodova ili više.
- e) Ocjene pismenog dijela ispita na temelju broja postignutih bodova
 - 5 do 6 bodova → dovoljan
 - 7 bodova → dobar
 - 8 bodova → vrlo dobar
 - 9 do 10 bodova → izvrstan
- f) Na usmeni dio ispita pozivaju se studenti koji su položili pismeni ispit.

Zagreb, 11. ožujka 2026.

Željko Stojanović
nositelj predmeta

4 Potrebno predznanje za uspješno učenje predmeta Energetska elektronika

Potrebno predznanje iz osnova elektrotehnike, matematike i elektroničkih komponenata za uspješno učenje predmeta Energetska elektronika.

Ovaj dokument može poslužiti i kao priprema za ispit.

Popis po poglavljima knjige Elektronički energetski pretvarači:

1. **Energetski pretvarači:** Vremenska (ne)promjenljivost i (ne)linearnost elemenata mreže. Fourierov red. Zahtjevi na elemente mreže potrebni za nastanak novih frekvencija. U -i karakteristika sklopke i njena snaga p .
2. **Proces pretvorbe:** Načelo ravnoteže snaga. Predznak snage. Snaga u jednoharmonijskim mrežama. Efektivna vrijednost. Konstitutivne relacije induktiviteta i kapaciteta. Kapacitivna petlja i induktivni rez.
3. **Pretvaračke komponente elektroničkih energetskih pretvarača:** U -i karakteristike diode, tiristora, bipolarnog i unipolarnog tranzistora, IGBT-a. Načini uklopa i isklopa navedenih komponenata.
4. **Osnovno o pretvaračkim mrežama istosmjernih pretvarača:** Odzivi serijskog RL -spoja i paralelnog RC -spoja na pravokutne impulse. Određeni integral. Srednje vrijednosti napona i struje kapaciteta i induktiviteta. Pojmovi i u -i karakteristike realnih i idealnih strujnih i naponskih izvora.
5. **Jednokvadrantni izravni istosmjerni pretvarači:** Spajanje L i C na strujni i naponski izvor. Načelo ravnoteže snaga. U -i karakteristike triju osnovnih pretvaračkih komponenata.
6. **Jednokvadrantni neizravni istosmjerni pretvarači:** Galvansko odvajanje. Značenje točaka kod magnetski vezanih induktiviteta. Ekvivalentni induktivitet paralelnog spoja međuinuktivno vezanih induktiviteta. Istosmjerno predmagnetiziranje transformatora.
7. **Višekvadrantni istosmjerni pretvarači:** Nadomjesne sheme uzbuđenog i armaturnog kruga nezavisno uzbuđenog istosmjernog motora. Vanjska karakteristika istosmjernog motora.
9. **Osnovno o pretvaračkim mrežama ispravljača:** Dinamički otpor. Trofazna mreža. Unutarnja impedancija naponskog izvora. Fourierov rastav. Faradayev zakon. Ampereov zakon. B - h karakteristika. Istosmjerno predmagnetiziranje transformatora.
10. **Neupravljivi ispravljači:** Srednja vrijednost. Valni oblici induktivnih i kapacitivnih trošila. Neprekinutost struje induktiviteta. Vanjska karakteristika realnog naponskog izvora. Faktor snage. Fourierov rastav. Trofazni sustav. Rasipni induktivitet transformatora. Istosmjerno predmagnetiziranje transformatora.
14. **Osnovno o pretvaračkim mrežama autonomnih izmjenjivača:** Faktor snage. I - φ karakteristika. Struja curenja kondenzatora. Krugovi drugog reda. (Ne)linearnost elemenata mreže. Krugovi drugog reda.
16. **Jednofazni naponski izmjenjivači:** Fourierov rastav. Odziv serijskog RL -spoja na pravokutne impulse. LC -filtri. Faradayev zakon. U -i karakteristike triju osnovnih pretvaračkih komponenata.