

	ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET UNIVERZITET U BEOGRADU ODSEK ZA ENERGETIKU KATEDRA ZA ENERGETSKE PRETVARAČE I POGONE						
Šifra kursa:	OG2EM	Nivo kursa:	Osnovne studije	ESPB	5	Semestar:	4
Naziv kursa:	<u>ELEKTRIČNE MAŠINE</u>			Godina studija:		2	
Preduslovi:	Fundamentalni predmeti na 1. godini Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu			Tip kursa:		Obavezan	
Predavač:	Prof. dr Slobodan N. Vukosavić, redovni profesor kabinet: 27 telefon: 3218-369 kontakt: boban@etf.rs						
Asistenti:	Nikola Popov kabinet: 27 telefon: 3218-369 kontakt: nikola.popov@etf.rs			Dragan Mihić kabinet: 27 telefon: 3218-369 kontakt: dragan84m@etf.rs			
Opšte informacije o predmetu	Predmet daje osnovna znanja o EM, neophodna za rad elektroinženjera kao i za praćenje stručnih predmeta koji slede na 3. i 4. godini ETF. U okviru predmeta, matematički aparat i teorijska znanja stečena na 1. godini studija nalaze praktičnu primenu u elektrotehnici. Nastava je prilagođena predznanju koje studenti ETF imaju u 4. semestru. Materijali i literatura pripremljeni za polaznike kursa omogućuju uspešno praćenje nastave. Laboratorije za EM i poseta EPS upoznaju polaznike kursa sa praktičnim aspektima elektrotehnike. Prema sprovedenim analizama, redovan rad kao i izrada dva domaća zadatka i dva kolokvijuma garancija su uspešnog savladavanja gradiva, polaganja ispita, i sticanja predznanja neophodnih za praćenje nastave u 3. i 4. godini.						
WWW:	masine.etf.rs Svi materijali potrebni za praćenje nastave (organizacija predmeta, uputstvo za studente, slajdovi sa tekstom, jednačinama i ilustracijama, zadaci za računске vežbe, zadaci za samostalni rad, teorijska pitanja) raspoloživi su na sajtu predmeta, na internet stranici masine.etf.rs . Rešenja zadataka sa računskih vežbi, domaćih zadataka, zadataka za samostalni rad i kolokvijumskih zadataka se dostavljaju naknadno. Pored pomenutih materijala, internet stranica sadrži i druge zadatke i tekstove, primere i rezultate na prethodnim ispitima i kolokvijumima, kao i ostale informacije vezane za predmet. Za praćenje nastave i polaganje ispita dovoljno je pročitati knjigu <i>Električne mašine</i> , pratiti računске vežbe i uraditi zadatke za samostalni rad koji su dati na sajtu. Sajt predmeta sadrži literaturu korisnu u daljem radu. Veći broj stručnih knjiga vezanih za <i>Električne mašine</i> mogu se naći u laboratoriji 27.						

Plan nastave:	Plan izvođenja nastave (po časovima) u tekućem semestru je istaknut na sajtu. Raspored po radnim nedeljama je naznačen u <i>sadržaju kursa</i> (dole)
Nastavne obaveze:	3 časa predavanja nedeljno 1 čas računskih vežbi nedeljno 3-4 sata samostalnog rada nedeljno (savladavanje gradiva i rešavanje zadataka za samostalni rad) 2 domaća zadatka 2 kolokvijuma Fakultativne aktivnosti: - poseta Laboratoriji - jednodnevna ekskurzija u TENT
Ciljevi kursa:	Osnove elektromehaničkog pretvaranja energije. Principi pretvaranja mehaničkog rada u električnu energiju, koja se odvija u sinhronim generatorima hidroelektrana i termoelektrana. Pretvaranje električne energije u mehanički rad u motorima koji pokreću industrijske procese, u servo motorima za upravljanje kretanjem industrijskih robota, kao i u drugim primenama, u kojima se do 70% proizvedene električne energije pretvori u mehanički rad. Analiza elektromehaničkog pretvaranja energije u obrtnim električnim mašinama i matematički model. Proračun polja u zazoru cilindričnih mašina, energija, koenergija. Gubici elektromehaničkog pretvaranja. Konvencije u označavanju i nazivne veličine. Magnetsko kolo, raspodeljeni namotaji, elektromotorne sile, magnetopobudne sile, fluks magnetizacije i rasipni fluks, pokretački moment i snaga. Elementi konstrukcije električnih mašina. Sprezanje, povezivanje i napajanje mašina. Analiza ustaljenih stanja i zamenske šeme. Matematički model, mehaničke karakteristike. Osnovne informacije primeni električnih mašina u industrijskim robotima, električnim vozilima i alternativnim izvorima. Tranzijentne i eksploatacione karakteristike. Problemi napajanja i upravljanja.
Sadržaj kursa (deo do prvog kolokvijuma)	(1) Osnovni koncepti elektromehaničkog pretvaranja. Obrtno i linearno kretanje. Pretvaranje u slučaju linearnog i nelinearnog medijuma, izrazi za energiju polja, koenergiju, momenat i snagu. (2) Magnetska i strujna kola mašine. Navojak, sekcija i namotaj. (3) Komponente polja E i H u vazdušnom zazoru. Fluks, elektromotorna i magnetomotorna sila, prenos snage kroz zazor. (4) Raspodeljeni namotaj. Elektromotorna sila. Izraz za momenat i snagu. (1. domaći zadatak) (5) Elementi konstrukcije u principu rada električnih mašina, MJSS, AM, SM. (6) Mehanička komutacija kod mašina za jednosmernu struju. Komutacija uz pomoć statičkih pretvarača kod mašina za naizmjeničnu struju. Konvencije u označavanju, nazivne i nominalne veličine. (7) Izraz za moment i e.m.s. Matematički model mašine. Zamenske šeme, mehanička karakteristika. (1. kolokvijum)

<p>Sadržaj kursa (deo do drugog kolokvijuma)</p>	<p>(8) Gubici u namotajima. Gubici u magnetskom kolu. Gubici usled obrtanja. Porast temperature i problemi hladjenja. Principi rada i modelovanje asinhronih mašina. Dvofazni ekvivalent trofaznih mašina. Obrtne transformacije, prednosti modela u sinhronom koordinatnom sistemu. (9) Jednačine naponske ravnoteže i izrazi za dinamički moment i snagu pretvaranja. (11) Rad mašina u ustaljenom stanju, zamenske šeme, karakteristični parametri. Mehaničke karakteristike. Eksploatacione karakteristike. Tranzijentne karakteristike.</p> <p>(2. domaći zadatak)</p> <p>(12) Rad električne mašine napajane iz izvora promenljive učestanosti i napona. (13) Matematički model i zamenska šema trofaznog generatora. Rad generatora priključenog na krutu mrežu. (14) Izrazi za momenat, aktivnu i reaktivnu snagu. Karakteristike. Sinhronne mašine sa stalnim magnetima i njihova primena.</p> <p>(2. kolokvijum)</p>
<p>Metode nastave:</p>	<p>42 časova predavanja + 14 časova računskih vežbi. Kolokvijum nakon prve polovine kursa. Ukupno 86 časova samostalnog učenja i vežbanja, od čega 4 časa nedeljno tokom semestra i približno 30 časova pripreme u ispitnom roku.</p>
<p>Fakultativne nastavne aktivnosti</p>	<p>Poseta Laboratoriji Poseta laboratoriji za električne mašine radi bližeg sagledavanja predmeta proučavanja.</p> <p>Stručne ekskurzije U drugoj polovini kursa se organizuje stručna poseta TE Nikola Tesla u Obrenovcu. Tokom posete, stiče se uvid u ulogu električnih generatora i motora u procesu proizvodnje, prenosa i distribucije električne energije. Poseta zavisi od usklađivanja rasporeda nastave na ETF i stanja u elektrani.</p>
<p>Krediti i način polaganja ispita:</p>	<p>Studenti koji redovno prate nastavne obaveze dobijaju dva domaća zadatka i dva kolokvijuma. Prvi kolokvijum se organizuje polovinom semestra a drugi u junskom ispitnom roku.</p> <p>U svakom redovnom ispitnom roku moguće je polagati ispit integralno, i tada je predmet provere znanja celokupno gradivo</p> <p>Statistike pokazuju da redovno praćenje nastave i polaganje kolokvijuma daju najbolje rezultate</p>
<p>Prvi domaći zadatak – D1</p>	<p>Nakon prve četvrtine gradiva, studenti dobijaju domaći zadatak u formi teorijskih pitanja i zadataka. On predstavlja primer i pripremu za 1. kolokvijum. Domaći zadatak se ispisuje u vežbanku, koju student predaje asistentu u blagovremeno objavljenom terminu. Student mora biti spreman da odgovori na pitanja vezana za rešenja i odgovore koje je zapisao. Za domaći zadatak se dobija D1 = 0-10 poena. Broj poena se određuje tokom kraće odbrane, tokom koje student pokazuje da je svoja korektna rešenja dobio samostalnim radom. Poeni D1 se ne mogu nadoknaditi na drugi način. Dobijeni poeni se mogu koristiti tokom narednih 12 meseci.</p>

Prvi kolokvijum - K1	<p>Nakon druge celine, organizuje se prvi kolokvijum. Teorijska pitanja i zadaci na prvom kolokvijumu odnose se na 1. i 2. celinu, što predstavlja približno 50% gradiva. Zadaci, način ocenjivanja i ocene u prethodnoj godini date su na internet sajtu <i>za prethodnu godinu</i>. $K1 = 0-40$</p>			
Drugi domaći zadatak - D2	<p>Nakon treće celine, studenti dobijaju drugi domaći zadatak u formi teorijskih pitanja i zadataka. Postupak sa ovim domaćim zadatkom jednak je kao i sa prvim. Relevantni poeni mogu biti $D2=0-10$. Poeni D2 se ne mogu nadoknaditi na drugi način. Dobijeni poeni se mogu koristiti tokom narednih 12 meseci.</p>			
Drugi kolokvijum - K2	<p>U terminu junskog ispitnog roka, polaže se drugi kolokvijum ($K2=0-40$). Teorijska pitanja i zadaci na prvom kolokvijumu odnose se na 3. i 4. celinu. Konačna ocena se formira na osnovu ukupnog broja poena određenog kao $(K1+K2+D1+D2)$. Ocene se zaključuju u skladu sa pravilnikom ETF. Ocene se objavljuju skupa sa rezultatima junskog ispitnog roka.</p>			
Nadoknada kolokvijuma	<p>Kod izostanka sa jednog od kolokvijuma usled vanrednih okolnosti koje se mogu dokumentovati, student može nadoknaditi izostanak tako što će biti ispitan usmeno od strane profesora.</p>			
Polaganje ispita bez izlaska na kolokvijume	<p>U slučaju kada se ispit polaže integralno, predmet pismenog ili usmenog ispita je celokupno gradivo. Pismeni ispit se održava u svakom ispitnom roku u kome službe ETF zakazuju ispit iz predmeta <i>Električne mašine</i>. Na ispitu se dobija $I = 0-80$ poena. Ocena se formira na osnovu zbira $(I+D1+D2)$.</p>			
Usmeni ispit:	<p>Za studente koji usled vanrednih okolnosti koje se mogu dokumentovati ne mogu polagati ispit na jedan od navedenih načina, postoji mogućnost usmenog ispitivanja. Studenti koji žele da polažu usmeno, moraju se blagovremeno javiti predmetnom nastavniku. Usmeni ispit se organizuje po dogovoru, u toku jednog od redovnih ispitnih rokova. Predmet usmenog ispitivanja je celokupno gradivo. Tokom usmenog ispita, broj prisutnih studenata u svakom trenutku mora biti najmanje 3. Na ispitu se dobija $I = 0-80$ poena. Ocena se formira na osnovu zbira $(I+D1+D2)$.</p>			
Literatura:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Električne mašine, S. N. Vukosavić, Akademska misao 2010. 2. Električne mašine, Fiedžerald - Kingsli 3. Miloš Petrović, Elektromehaničko pretvaranje energije 4. Ilija Volčkov, Elektroenergetski uređaji 5. W. Leonhard, Control of electrical AC drives, Springer 6. P. Krause, Analysis of electric machines 7. Samuel Seely, Electromechanical Energy Conversion, McGraw-Hill 8. Vladan Vučković, Opšta teorija električnih mašina 			
Jezik nastave:	Srpski	Datum:	20.1.2010.	Potpis: