

Elektrotehnički fakultet / Doktorske studije elektrotehnike / Sistemi za skladištenje energije u EES

Naziv predmeta:	Sistemi za skladištenje energije u EES			
Šifra predmeta	Status predmeta	Semestar	Broj ECTS kredita	Fond časova (P+V+L)
13806	Obavezan	2	8	3+1+0
Studijski programi za koje se organizuje	Doktorske studije elektrotehnike			
Uslovljenost drugim predmetima	Nema uslovljenosti za polaganje ovog ispita.			
Ciljevi izučavanja predmeta	Cilj ovog predmeta je upoznavanje studenata sa različitim načinima skladištenja energije, njihovim matematičkim opisom i konekcijom sa elektroenergetskom mrežom.			
Ishodi učenja	Nakon sto polozi ispit, student ce moci da: - objasni princip rada sistema za skladistenje energije. - matematički opise sisteme za skladistenje energije - definise vezu sistema za skladistenje energije i energetskog sistema.			
Ime i prezime nastavnika i saradnika	Doc. dr Martin Čalasan – nastavnik			
Metod nastave i savladanja gradiva	Predavanja i izrada vježbi u učionici. Učenje i samostalna izrada praktičnih zadataka.			
Plan i program rada				
Pripremne nedjelje	Priprema i upis semestra			
I nedjelja, pred.	Energija. Značaja energije. Uvod u sisteme za skladištenje energije.			
I nedjelja, vježbe	Energija. Značaja energije. Uvod u sisteme za skladištenje energije.			
II nedjelja, pred.	Aktivna i reaktivna snaga. Značaj rezerve energije i snage u EES-u. Problemi upravljanja mrežom sa obnovljivim izvorima energije. Priključivanje električnih vozila na mrežu			
II nedjelja, vježbe	Aktivna i reaktivna snaga. Značaj rezerve energije i snage u EES-u. Problemi upravljanja mrežom sa obnovljivim izvorima energije. Priključivanje električnih vozila na mrežu			
III nedjelja, pred.	Tipovi sistema za skladištenje energije. Balans energije i snage u sistemu za skladištenje energije. Matematički opis.			
III nedjelja, vježbe	Tipovi sistema za skladištenje energije. Balans energije i snage u sistemu za skladištenje energije. Matematički opis.			
IV nedjelja, pred.	Skladištenje energije i obnovljivi izvori energije. Mili i mikro energetske sistemi za napajanje udaljenih i off-grid potrošača.			
IV nedjelja, vježbe	Skladištenje energije i obnovljivi izvori energije. Mili i mikro energetske sistemi za napajanje udaljenih i off-grid potrošača.			
V nedjelja, pred.	Električna vozila. Baterija. Skladištenje energije u električnim vozilima. Punjenje baterija električnih vozila. Energetski pretvarači kod električnih baterija za konekciju sa mrežom.			
V nedjelja, vježbe	Električna vozila. Baterija. Skladištenje energije u električnim vozilima. Punjenje baterija električnih vozila. Energetski pretvarači kod električnih baterija za konekciju sa mrežom.			
VI nedjelja, pred.	Akumulatorske baterije (Olovne, Nikl-kadmijumske, Litijum-jonske baterije). Baterije za električna vozila. Dimenzionisanje baterija. Matematički modeli baterija. Energetski pretvarači baterijskih sistema za konekciju sa mrežom.			
VI nedjelja, vježbe	Akumulatorske baterije (Olovne, Nikl-kadmijumske, Litijum-jonske baterije). Baterije za električna vozila. Dimenzionisanje baterija. Matematički modeli baterija. Energetski pretvarači baterijskih sistema za konekciju sa mrežom.			
VII nedjelja, pred.	I kolokvijum			
VII nedjelja, vježbe	I kolokvijum			
VIII nedjelja, pred.	Gorivne ćelije. Princip rada gorivnih ćelija. Električne karakteristike realne gorivne ćelije – matematički model. Vrste gorivnih ćelija. Vodonič. Proizvodnja vodonika. Skladištenje vodonika. Energetski pretvarači kod gorivnih ćelija za konekciju sa mrežom.			
VIII nedjelja, vježbe	Gorivne ćelije. Princip rada gorivnih ćelija. Električne karakteristike realne gorivne ćelije – matematički model. Vrste gorivnih ćelija. Vodonič. Proizvodnja vodonika. Skladištenje vodonika. Energetski pretvarači kod gorivnih ćelija za konekciju sa mrežom.			
IX nedjelja, pred.	Toplotna energija. Skladištenje toplotne energije. Kontejneri za skladištenje toplote. Proizvodnje			

	električne energije iz skladištene toplote. Skladištenje toplote kod solarnih termalnih elektrana. Energetski pretvarači kod sistema toplotne energije za konekciju sa mrežom.					
IX nedjelja, vježbe	Toplotna energija. Skladištenje toplotne energije. Kontejneri za skladištenje toplote. Proizvodnje električne energije iz skladištene toplote. Skladištenje toplote kod solarnih termalnih elektrana. Energetski pretvarači kod sistema toplotne energije za konekciju sa mrežom.					
X nedjelja, pred.	Zamajac. Sistemi za skladištenje energije sa zamajcem. Primjene sistema za skladištenje energije sa zamajcem. Energetski pretvarači i konekcija sa mrežom sistema sa zamajcem.					
X nedjelja, vježbe	Zamajac. Sistemi za skladištenje energije sa zamajcem. Primjene sistema za skladištenje energije sa zamajcem. Energetski pretvarači i konekcija sa mrežom sistema sa zamajcem.					
XI nedjelja, pred.	Sistemi za skladištenje energije sa komprimovanim vazduhom. Rezervoari sa komprimovanim vazduhom. Realizovane aplikacije. Energetski pretvarači za konekciju sa mrežom.					
XI nedjelja, vježbe	Sistemi za skladištenje energije sa komprimovanim vazduhom. Rezervoari sa komprimovanim vazduhom. Realizovane aplikacije. Energetski pretvarači za konekciju sa mrežom.					
XII nedjelja, pred.	II kolokvijum					
XII nedjelja, vježbe	II kolokvijum					
XIII nedjelja, pred.	Skladištenje energije u kalemovima i kondenzatorima. Super kondenzatori. Tipovi super kondenzatora. Matematički opis. Upotreba realnih kalemova i kondenzatora. Prelazni procesi. Zaštitna kola.					
XIII nedjelja, vježbe	Skladištenje energije u kalemovima i kondenzatorima. Super kondenzatori. Tipovi super kondenzatora. Matematički opis. Upotreba realnih kalemova i kondenzatora. Prelazni procesi. Zaštitna kola.					
XIV nedjelja, pred.	Pumpno-akumulacione elektrane. Princip rada. Motor-generatorski sistemi. Efikasnost. Realizovane aplikacije. Konekcija sa mrežom. Sistemi sa obnovljivim izvorima energije. Matematički opis.					
XIV nedjelja, vježbe	Pumpno-akumulacione elektrane. Princip rada. Motor-generatorski sistemi. Efikasnost. Realizovane aplikacije. Konekcija sa mrežom. Sistemi sa obnovljivim izvorima energije. Matematički opis.					
XV nedjelja, pred.	Popravni kolokvijum					
XV nedjelja, vježbe	Popravni kolokvijum					
Opterećenje studenta						
Nedjeljno			U toku semestra			
8 kredita x 40/30=10 sati i 40 minuta 3 sat(a) teorijskog predavanja 0 sat(a) praktičnog predavanja 1 vježbi 6 sat(a) i 40 minuta samostalnog rada, uključujući i konsultacije			Nastava i završni ispit: 10 sati i 40 minuta x 16 =170 sati i 40 minuta Neophodna priprema prije početka semestra (administracija, upis, ovjera): 10 sati i 40 minuta x 2 =21 sati i 20 minuta Ukupno opterećenje za predmet: 8 x 30=240 sati Dopunski rad za pripremu ispita u popravnom ispitnom roku, uključujući i polaganje popravnog ispita od 0 do 30 sati (preostalo vrijeme od prve dvije stavke do ukupnog opterećenja za predmet) 48 sati i 0 minuta Struktura opterećenja: 170 sati i 40 minuta (nastava), 21 sati i 20 minuta (priprema), 48 sati i 0 minuta (dopunski rad)			
Obaveze studenta u toku nastave						
Konsultacije						
Literatura			1. Andrej G. Ter-Gazaran, "Energy Storage for Power Systems", IET Publishing, 2nd edition, 2011 2. F. Diaz-Gonzales, A. Summper, O. Gomis-Bellmunt., "Energy Storage in Power Systems", John Wiley & Sons Ltd, 2016 3. F. Barnes, J. Levine, "Large Energy Storage Systems Handbook", CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011			
Oblici provjere znanja i ocjenjivanje			- Testovi, domaći i laboratorijske vježbe se ocjenjuje sa ukupno 10 poena - Dva kolokvijuma po 20 poena (ukupno 40 poena) - Završni ispit 50 poena. Prelazna ocjena se dobija ako se kumulativno sakupi više od 50 poena.			
Posebne naznake za predmet			Nema			
Napomena			U slučaju potrebe nastava se može izvoditi na engleskom jeziku.			
Ocjena:	F	E	D	C	B	A
Broj poena	manje od 50 poena	više ili jednako 50 poena i manje od 60 poena	više ili jednako 60 poena i manje od 70 poena	više ili jednako 70 poena i manje od 80 poena	više ili jednako 80 poena i manje od 90 poena	više ili jednako 90 poena