



SYLLABUS PREDMETA

Opći podaci o predmetu

Naziv predmeta:	Osnove automatske regulacije
Šifra predmeta u ISVU-u:	38382
Studij i smjer pri kojem se izvodi predmet:	Stručni studij strojarstva
Nositelj(i) predmeta:	Denis Kotarski
Suradnik pri predmetu:	
ECTS bodovi:	5
Semestar izvođenja predmeta:	IV
Akadska godina:	2022/2023
Uvjetni predmet polaganja ispita:	Nema
Nastava se izvodi na stranom jeziku:	Ne
Ciljevi predmeta:	Programom kolegija student usvaja znanja i vještine osnova analize dinamike linearnih sustava sa i bez povratne veze (linearnih regulacijskih sustava). U tome su zastupljena znanja analize konvolucijom i Laplace-ovom transformacijom, analize sustava prijenosnom funkcijom i algebrom blokova, svojstava regulacijskog sustava prema regulacijskom odstupanju i analizi stabilnosti prema Bode-u i Nyquist-u, osnova sinteze PID regulatora, osnovnih značajki diskretizacije sustava u vremenu.

Ustrojstvo nastave

Vrsta nastave	Broj sati tjedno:	Broj sati semestralno:	Obveze studenata po vrsti nastave:
Predavanja:	2	30	80% nazočnost na predavanjima
Vježbe (auditorne):	1	20	80% nazočnost na vježbama
Vježbe (laboratorijske):	1	10	80% nazočnost na vježbama
Seminarska nastava:			
Terenska nastava:			
Ostalo:			
UKUPNO:	4	60	

Praćenje rada studenata te povezivanje ishoda učenja i provjere znanja

Formiranje ocjene tijekom provedbe nastave: (odrediti ishode učenja – od najmanje 5 do najviše 10)	ISHODI UČENJA (Isti ishod učenja ne smije se provjeravati kroz više elemenata formiranja ocjene)	ELEMENTI FORMIRANJA OCJENE (prema strukturi ECTS bodova: kolokvij, blic test, praktični radovi, aktivnost studenata, ...)	BODOVI ELEMENATA OCJENE
	I 1: Definirati linearni sustav, svojstva i matematičke operacije (Fourierova transformacija, delta distribucija, konvolucija, Laplaceova transformacija).	Provjera znanja: Kolokviji	Prvi kolokvij 30 bodova
	I 2: Primijeniti direktnu i inverznu Laplaceovu transformaciju za određivanje dinamike sustava.	Tijekom semestra, održat će se 2 kolokvija u pisanom obliku. Svaki od kolokvija sastoji se od 3 zadataka. Drugom kolokviju mogu pristupiti samo studenti koji su uspješno položili prvi kolokvij. Kolokvij se smatra položenim ukoliko je student točno riješio najmanje 50 % zadataka.	Drugi kolokvij 30 bodova
	I 3: Objasniti svojstva standardnih članova sustava automatske regulacije (proporcionalni, integralni, derivacijski članovi) i izvesti prijenosnu funkciju sustava.	Polaganja pismenog ispita oslobođeni su studenti koji su uspješno položili	Usmeni ispit 20 bodova Aktivnost na vježbama 10 bodova



SYLLABUS PREDMETA

	<p>I 4: Projektirati sustav regulacije te predložiti postupak poboljšanja regulacijskog procesa sa stanovišta stabilnosti i ustaljenog regulacijskog odstupanja.</p> <p>I 5: Analizirati stabilnost sustava grafoanalitičkim metodama pomoću Bode i Nyquist dijagrama.</p> <p>I 6: Provesti sintezu algoritma upravljanja i implementirati upravljanje na realnom dinamičkom sustavu.</p>	<p>kolokvije (najmanje 50% točno riješenih zadataka po kolokviju).</p> <p>Konačnu ocjenu za predmet čine sljedeći elementi:</p> <ol style="list-style-type: none">1) prvi kolokvij = 30% konačne ocjene,2) drugi kolokvij = 30% konačne ocjene,3) usmeni ispit = 20% konačne ocjene,4) aktivnost na vježbama = 10% konačne ocjene,5) redovitost pohađanja nastave = 10% konačne ocjene. <p>Konačna ocjena formira se prema Pravilniku o ocjenjivanju Veleučilišta u Karlovcu, članak 9, stavak 5</p>	<p>Redovitost pohađanja nastave 10 bodova</p> <p>Ukupno: 100 bodova</p>
Alternativno formiranje konačne ocjene	<p>ili alternativno formiranje konačne ocjene: I1 - I6</p> <p>Provjera znanja: Ispit (pismeni i usmeni)</p> <p>Završni ispit sastoji se od dva dijela: pismeni ispit koji sadrži 3 zadatka i usmeni ispit koji se sastoji od teorijskih i praktičnih pitanja koja uključuju praktične primjere. Ispitu mogu pristupiti samo studenti koji imaju zadovoljenu kvotu prethodnih aktivnosti tijekom semestra (nazočnost na predavanjima, auditornim i laboratorijskim vježbama u iznosu od najmanje 80% od predviđene satnice za redovite studente i najmanje 60% prisutnosti za izvanredne studente).</p> <p>Za pozitivnu ocjenu teorijskog dijela ispita potrebno je u potpunosti točno riješiti najmanje 50% ispita. Studenti koji su pozitivno položili teorijski dio ispita, pristupaju usmenom dijelu ispita.</p> <p>Konačnu ocjenu za predmet čine sljedeći elementi:</p> <ol style="list-style-type: none">1) pismeni ispit = 60% konačne ocjene,2) usmeni ispit = 20% konačne ocjene,3) aktivnost na vježbama = 10% konačne ocjene,4) redovitost pohađanja nastave = 10% konačne ocjene. <p>Konačna ocjena formira se prema Pravilniku o ocjenjivanju Veleučilišta u Karlovcu, članak 9, stavak 5.</p>	Ukupno: 100 bodova	
Kompetencije studenata:	<p>Student će biti osposobljen usvojiti znanja i vještine za samostalno rješavanje zadataka koji uključuju analizu dinamike linearnih sustava sa i bez povratne veze. Student će upoznati i naučiti rješavati probleme konvolucijom i Laplace-ovom transformacijom, analizirati sustave prijenosnom funkcijom i algebrom blokova, prepoznati svojstva regulacijskog sustava prema regulacijskom odstupanju, provoditi analizu stabilnosti prema Bode-u i Nyquist-u, te upoznati osnove sinteze PID regulatora.</p>		

Uvjeti dobivanja potpisa:	Izvršene obveze iz nastave
Uvjeti za izlazak na ispit:	Izvršene obveze iz nastave i prijavljen ispit
Bodovna skala ocjenjivanja:	Prema Pravilniku o ocjenjivanju Veleučilišta u Karlovcu, članak 9, stavak 5: 90-100 - izvrstan (5) (A) 80-89,9 - vrlo dobar (4) (B) 65-79,9 - dobar (3) (C) 60-64,9 - dovoljan (2) (D) 50-59,9 - dovoljan (2) (E)



SYLLABUS PREDMETA

0-49,9 – nedovoljan (1) (F)

Struktura ECTS bodova predmeta

Pridijeljena vrijednost ECTS bodova predmetu je odraz opterećenja studenta u procesu usvajanja gradiva. Pri tome su uzeti u obzir sati nastave, relativna težina gradiva, opterećenje pripreme ispita, kao i sva ostala opterećenja kako slijedi:

Aktivnost (redovitost) studenata	Seminarski rad	Esej	Prezentacija	Kontinuirana provjera znanja (Blic testovi)	Praktični rad
10%					10%
Samostalna izrada zadatka	Projekt	Pismeni ispit (kolokvij)	Usmeni ispit	Ostalo	
		60%	20%		

Pregled nastavnih jedinica po tjednima s pripadajućim ishodima učenja

Tjedan	Tema predavanja i ishodi učenja:	Tema vježbi i ishodi učenja:
1.	Što je to automatska regulacija? Povijesni pregled razvoja tehnologije. Sustavi - podjela i primjeri. Linearni sustav. Informacije i signali. I1	Pregled matematičkih i računalnih alata. Koncepti upravljanja. I1
2.	Matematički pristup dinamičkim sustavima. Jednostavni i složeni sustavi. Opća diferencijalna jednačba linearnog sustava. Metode dinamičke analize. I1	Sustav mase, opruge i prigušivača (MDS): rješenje diferencijalne jednačbe gibanja, diskusija rješenja. I1
3.	Fourier-ovi redovi i transformacija. Delta – distribucija, impulsni odziv sustava. Konvolucija i odziv sustava primjenom konvolucije. I1	Primjena konvolucije za određivanje odziva sustava - tipični primjeri. Numeričke metode konvolucije. I1
4.	Laplace-ova transformacija. Svojstva L-transformacije, parovi L-transformacije. I2	Laplace-ova transformacija: tipični zadaci. I2
5.	Inverzna Laplace-ova transformacija, polovi i nule slike, višestruki polovi. Rastavljanje na parcijalne razlomke. I2	Inverzna Laplace-ova transformacija: tipični zadaci. I2
6.	Prijenosna funkcija. Algebra blokova, transformacija blok-sheme sustava. I3	Određivanje prijenosne funkcije pomoću diferencijalne jednačbe sustava. Određivanje prijenosne funkcije pomoću algebre blokova. I3
7.	Prijenosna funkcija - pregled osnovnih članova i odziv osnovnih članova. Normirani odziv P2 člana. I3	LabVj1: Odziv osnovnog dinamičkog člana – laboratorijski postav. I3
8.	Sustav regulacije, struktura i nomenklatura. Pogreška ustaljenog stanja, standardne pobudne funkcije i trajno regulacijsko odstupanje. I4	LabVj2: Princip povratne veze – laboratorijski roboti. I4
9.	Frekvencijsko područje, logaritmiranje funkcije. Bode dijagrami, prikaz osnovnih članova u Bode dijagramima. I5	Sustavi zadani pomoću prijenosne funkcije ili blok dijagramom prikazani u Bode dijagramima. I5
10.	Analiza u frekvencijskom području, korekcije oko frekvencije loma. Nyquist dijagram. I5	Sustavi zadani pomoću prijenosne funkcije ili blok dijagramom prikazani u Nyquist dijagramu. I5
11.	Stabilnost sustava. Kriteriji stabilnosti u Nyquist i Bode dijagramima, amplitudna i fazna rezerva. I5	Bode-ov kriterij stabilnosti: amplitudna i fazna rezerva. Nyquist-ov kriterij stabilnosti: amplitudna i fazna rezerva. I5
12.	Algoritmi upravljanja (regulatori). Standardni regulatori-P, PI, PD, PID. Izbor regulatora, metode podešavanja regulatora. I4	LabVj3: Implementacija PID regulatora brzine elektromotora. I4



SYLLABUS PREDMETA

13.	Sinteza algoritma upravljanja (regulatora) za multivarijabilni, inherentno nestabilni sustav drugog reda. I6	LabVj4: Implementacija PID regulatora za sustav 2. reda i podešavanje parametara regulatora. I6
14.	Implementacija algoritma upravljanja. Testiranje performansi algoritma upravljanja. I6	Implementacija algoritma upravljanja u programski paket i provedba računalnih simulacija. I6
15.	Trendovi u automatskoj regulaciji. Naprednije tehnike upravljanja i regulacije. Strojno učenje. Autonomni roboti. I6	LabVj5: Upravljanje bespilotnim letjelicama i praćenje gibanja u strukturiranom testnom okruženju. I6

Literatura

LITERATURA (osnovna / dopunska):

D. Majetić i dr.: Zbirka zadataka iz teorije automatskog upravljanja, ISBN:978-953-7738-37-2, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu - Fakultet Strojarsstva i brodogradnje, 2016

P. Crnošija i dr.: Osnove automatike I, ISBN:978-953-197-683-1, Element, 2011

Z. Vukić i dr.: Automatsko upravljanje – analiza linearnih sustava, ISBN: 953-6045-29-X, Kigen, 2005

Ispitni rokovi u akad. godini: 2022./2023.

Ispitni rokovi:	Prema planu ispitnih rokova studija objavljenom na web - stranici VUKA.
-----------------	---

Kontakt informacije

1. Nastavnik	Denis Kotarski
e-mail:	denis.kotarski@vuka.hr
Vrijeme i mjesto održavanja konzultacija:	Prema planu objavljenom na web - stranici VUKA, ili prema dogovoru.
2. Nastavnik	
e-mail:	
Vrijeme i mjesto održavanja konzultacija:	