



## 4. laboratorijska vježba

## Sinteza u frekvencijskom području

Ime i prezime:

JMBAG:

## Uvodne napomene

## • Svrha vježbe

Ovladati sintezom sustava upravljanja u frekvencijskom području primjenom korekcijskih članova.

## • Priprema

Proučite poglavlje predavanja: "Sinteza sustava upravljanja u frekvencijskom području".

## • Vježba se radi u Matlabu. Matlab toolboxi potrebni za vježbu:

Control System Toolbox, Simulink, Symbolic Math Toolbox

## • Prikaz rezultata

Tražene slike (Bodeovi dijagrami, odzivi) moraju biti priložene u tražena polja u izvještaju u **png** formatu (za Adobe Reader 9 datoteka se prilaže: Tools->Comment & Markup->Attach a File as a Comment). Grafovi s više krivulja moraju biti označeni **legendom**.

## • Korisne Matlab funkcije:

tf, bode, margin, step, stepinfo, bandwidth, dcgain, ltiview, c2d

## Rad na vježbi

**Zadatak 1 : Sinteza kontinuiranog regulatora**

Zadan je model istosmjernog motora:

$$\begin{aligned} s(Js + b)\theta(s) &= KI(s) \\ (Ls + R)I(s) &= U - Ks\theta(s) \\ G(s) = \frac{\theta}{U} &= \frac{K}{s((Js + b)(Ls + R) + K^2)}, \end{aligned}$$

gdje je  $U$  napon, a  $\theta$  kut zakreta osovine motora. Parametri su:  $J = 0.01 \text{ Nm/rad/s}^2$ ,  $b = 0.1 \text{ Nm/rad/s}$ ,  $K = 0.01 \text{ Nm/A}$ ,  $R = 1 \text{ } \Omega$ ,  $L = 0.5 \text{ H}$ . Postavljeni su sljedeći zahtjevi:


- Vrijeme prvog maksimuma prijelazne funkcije zatvorenog kruga mora biti  $t_m \leq 1 \text{ s}$ .
- Prijelazna funkcija zatvorenog kruga mora imati nadvišenje  $\sigma_m \leq 10 \text{ } \%$ .
- Sustav ne smije imati pogrešku u stacionarnom stanju pri skokovitoj pobudi.

Korištenjem sinteze sustava upravljanja u frekvencijskom području projektirajte kontinuirani regulator koji će zadovoljiti postavljene zahtjeve. Pritom možete koristiti proporcionalno pojačanje i odgovarajući korekcijski član. U sljedećem polju ukratko opišite korake izvoda (napišite i međurezultate):

Pojedine korake sinteze prikažite korištenjem Bodeovog dijagrama tako da na **istom grafu** prikažete **Bodeov dijagram** otvorenog kruga za:

- nekompenzirani sustav,
- sustav kompenziran samo proporcionalnim pojačanjem s obzirom na zadano vrijeme prvog maksimuma,
- konačni kompenzirani sustav.

Bodeov dijagram priložite u izvještaj u sljedeće polje.

Bodeov dijagram	
-----------------	---

Za navedene sustave također priložite odziv **izlazne** (u jednom grafu) i **upravljačke** veličine (u drugom grafu) zatvorenog kruga s obzirom na skokovitu pobudu te dobivene prijenosne funkcije regulatora i pokazatelje kvalitete upravljanja upišite u tablicu 1.

Izlazna veličina		Upravljačka veličina	
------------------	---	----------------------	---

	Nekompenz. sustav	Proporc. pojačanje	Konačni sustav
Prijenosna funkcija regulatora	1		
Presječna frekvencija [rad/s]			
Fazno osiguranje [°]			
Širina pojasa [rad/s]			
Nadvišenje [%]			
Vrijeme porasta (10-90%) [s]			
Vrijeme prvog maksimuma [s]			

Tablica 1: Rezultati

Komentirajte izbor korekcijskih članova. Mogu li se ovdje koristiti svi korekcijski članovi? Ako ne, zašto?

Komentirajte dobivene rezultate:

**Zadatak 2 : Sinteza diskretnog regulatora**

Za sustav i zahtjeve iz 1. zadatka, projektirajte diskretni regulator pomoću metoda **EMUL1**, **EMUL2** i **sinteze u diskretnom području** opisanih u predavanjima.

Pritom pretpostavite da je regulator implementiran u baterijski napajanom kontroleru, te da bi se smanjilo potrošnju energije potrebno je raditi na čim manjem taktu procesora. Da biste to postigli odaberite **najviše moguće vrijeme uzorkovanja** koje zadovoljava zadane zahtjeve:

$$T_s =$$

U sljedećem polju ukratko prikažite korake izvoda za pojedine metode projektiranja diskretnog regulatora.

U jednom grafu priložite **prijelazne funkcije** zatvorenog kruga za:

- kontinuirani regulator,
- EMUL1 regulator,
- EMUL2 regulator,
- regulator dobiven sintezom u diskretnom području.



Za navedene regulatore također u tablicu **2** upišite prijenosne funkcije regulatora i pokazatelje kvalitete upravljanja.

	Kontinuirani regulator	EMUL1	EMUL2	Sinteza u disk. podr.
Prijenosna funkcija regulatora				
Presječna frekvencija [rad/s]				
Fazno osiguranje [°]				
Širina pojasa [rad/s]				
Nadvišenje [%]				
Vrijeme porasta (10-90%) [s]				
Vrijeme prvog maksimuma [s]				

Tablica 2: Usporedba diskretnih regulatora

Komentirajte dobivene rezultate:

### Zaključak

Vaš zaključak nakon vježbe. Također napišite što ste naučili u ovoj vježbi i gdje biste to primijenili u praksi.

Ako ste uočili neku pogrešku u vježbi ili imate komentare, sugestije, kritike, prijedloge za poboljšanja i slično, to upišite ovdje: