



3. domaća zadaća

Frekvencijske karakteristike sustava, polovi i nule sustava



Zadatak 1

Sustav je opisan prijenosnom funkcijom

$$G(s) = 100 \frac{s+1}{s(s+5)(s+20)}.$$

- Ručno nacrtajte Bodeov dijagram sustava koristeći aproksimaciju pravcima. Na dijagramu jasno označite lomne frekvencije i nagibe pravaca.
- U Matlabu iscrtajte Bodeov dijagram sustava korištenjem m-funkcije `bode` i tako dobiveni dijagram precrtajte na rezultat iz prethodnog podzadatka. Gdje su najveća odstupanja i zašto?
- Za potrebe crtanja Nyquistova dijagrama rastavite prijenosnu funkciju na realnu i imaginarnu komponentu ($\text{Re}\{G(j\omega)\}$ i $\text{Im}\{G(j\omega)\}$). U kompleksnoj ravnini ucrtajte početnu i krajnju točku Nyquistova dijagrama, točke presjeka s koordinatnim osima, kvadrante kroz koje prolazi dijagram te tangente u točki početka/završetka dijagrama.
- U kompleksnoj ravnini skicirajte Nyquistov dijagram sustava korištenjem nacrtanog Bodeova dijagrama i međurezultata iz podzadatka **c**.
- Korištenjem m-funkcije `nyquist` provjerite rezultat dobiven pod **d**.
- Koristeći analitičke izraza za crtanje Nyquistova dijagrama odredite funkciju ulaznog signala $u(t)$ ako je poznat odziv sustava:
$$y(t) = 4 \sin\left(12t - \frac{\pi}{3}\right) \cos\left(12t - \frac{\pi}{3}\right).$$
- Riješite podzadatak **f** korištenjem jednadžbi pravaca za aproksimaciju Bodeova dijagrama. Koliko iznose pogreške aproksimacije?
- Na nacrtanom Bodeovom i Nyquistovom dijagramu označite $G(j\omega_0)$, $|G(j\omega_0)|$ i $\arg\{G(j\omega_0)\}$ za frekvenciju $\omega_0 = 24 \text{ rad/s}$.
- Napravite simulacijsku shemu za provjeru podzadatka **f**. Koristeći blok prijenosne funkcije u Simulinku odsimulirajte odziv sustava na pobudu $u(t)$. Podudara li se izlaz iz procesa sa signalom $y(t)$ iz podzadatka **f**. Može li se već u prvoj periodu izvršiti provjera dobivenih parametara ili je potrebno čekati ustaljeno stanje?



Zadatak 2

Sustav je opisan prijenosnom funkcijom

$$G(s) = 100 \frac{as+1}{(s+5)(s+20)},$$

pri čemu je a parametar.

- a) Odredite prijelaznu i težinsku funkciju, $h(t)$ i $g(t)$.
- b) Pokažite za koje se iznose parametara a svi prirodni modovi sustava ne vide u prijelaznoj funkciji $h(t)$.
- c) Odredite izraz za nagib prijelazne funkcije u trenutku $t = 0^+$. Kako parametar a utječe na početni nagib prijelazne funkcije?
- d) Odredite izraz za iznos nadvišenja prijelazne funkcije. Kako parametar a utječe na nadvišenje?
- e) Korištenjem izraza dobivenih u podzadacima **c** i **d** proučite kako položaj nule sustava utječe na oblik prijelazne funkcije. Skicirajte prijelaznu funkciju za proizvoljno odabrane karakteristične slučajeve (koristite m-funkciju **step**).
- f) Izračunajte iznos parametra $a = a_0$ uz kojeg prijelazna funkcija ima nadvišenje $\sigma_m = 5\%$. Za traženje rješenja jednadžbe koristite m-funkciju **solve**.
- g) Uz vrijednost a_0 iz **f** podzadatka odredite iznos vremena smirivanja $t_{1\%}$.
- h) Nacrtajte polove i nule prijenosne funkcije te prijelaznu funkciju sustava s parametrom $a = a_0$ (koristite m-funkciju **pzmap**).