

# Domaći zadatak 1

## Optimalno, nelinearno i napredno upravljanje

MILAN R. RAPAČ

2025-26

Koristeći se programskim paketom SIMULINK simulirati upravljačku petlju u kojoj se procesom (objektom upravljanja) opisanim funkcijom prenosa

$$G(s) = \frac{1}{(s+1)^3}$$

upravlja pomoću **PID regulatora**. Simulacija treba da omogući analizu: ponašanja u ustaljenom stanju, sposobnosti regulatora da kompenzuje dejstvo konstantnog poremećaja, analizu otpornosti regulatora na merni šum. PID regulator implementirati na dva načina:

- a) **Kontinualno**, odnosno slaganjem gotovih Simulink blokova
- b) **Diskretno**, kroz kod pisan u korisničkoj funkciji

U obe implementacije postarati se da su dejstva modifikovana na adekvatan način tako da se u što većoj meri prenebrege štetno dejstvo mernog šuma, kao i da se spreči pojava zaletanja integralnog dejstva. Po želji implementirati i druge modifikacije dejstava.

**Deo 1.** Podesiti parametre regulatora proizvoljnom metodom. Postupak izbora parametara detaljno dokumentovati i objasniti. Potvrditi simulacijom da se sistem nakon zatvaranja povratne sprege ponaša na željeni način. Diskutovati posledice različitih odluka koje su donete u postupku projektovanja.

(Primer) Ukoliko su parametri regulatora projektovani na osnovu zadatog preteka faze i presečne učestanosti pojačanja (nije obavezno, ali jeste jedna od mogućnosti), diskutovati kako različite vrednosti zadatah parametara (odnosno izabrane presečne učestanosti i izabranog preteka faze) utiču na ponašanje sistema u zatvorenoj sprezi. Diskusiju potkrepiti simulacijama.

**Deo 2.** Pretpostaviti da izvršni organ vrši saturaciju upravljačke promenljive, tako da ma koliko upravljanje zada regulator, na proces deluje upravljački signal u opsegu  $u \in [-1, 1]$ . Simulirati ponašanje sistema nakon zatvaranja povratne sprege. Analizirati pod kojim uslovima se aktivira sistem za sprečavanje nagomilavanja integralnog dejstva.

**Deo 3. (DODATNI ZADATAK)** Umesto proste saturacije, pretpostaviti da je izvršni organ nelinearni element koji modifikuje upravljačko dejstvo pre nego ga svede na dati oseg od  $-1$  do  $1$ . Ponoviti simulacije iz prethodnog dela.

(Primer) Možemo pretpostaviti da izvršni organ ima nelinearnu karakteristiku  $u_a = \text{sat}(u_r^3)$ , gde je  $\text{sat}$  funkcija koja vrši saturaciju na dozvoljeni opseg,  $u_r$  je upravljanje koje generiše regulator, a  $u_a$  je upravljački signal (tzv. manipulativna promenljiva) kojom izvršni organ deluje na objekat upravljanja.