

Nume și

grupa:

Examen cu cărțile închise. Scrieți numele pe fiecare pagină. Scrieți clar și citeț. Explicați în cuvinte rezolvarea problemelor. Succes!

**P1 (1p).** Încercuiți răspunsul corect (Adevărat sau Fals sau Nu Stiu) (5x 0.2p răspuns corect, -0.1p răspuns greșit, 0p Nu Stiu)

- [ A F NS ] În diagrama Bode a unui sistem cu funcția de transfer  $G(s)$  se reprezintă partea reală a lui  $G(j\omega)$  în funcție de partea imaginară a lui  $G(j\omega)$ .
- [ A F NS ] Un regulator PD ideal are funcția de transfer  $G(s) = K_p(1 + K_D s)$ .
- [ A F NS ] Un sistem liniar este controlabil dacă rangul matricii de controlabilitate este egal cu rangul matricii sistemului.
- [ A F NS ] Un sistem discret este stabil dacă toți polii sunt localizați în semiplanul stâng al planului complex.
- [ A F NS ] Locul rădăcinilor poate fi utilizat pentru proiectarea reguletoarelor.

**P2 (2p).** Un sistem de control cu reacție negativă unitară are funcția de transfer a procesului  $G(s) = \frac{1}{(s+1)(s+4)}$ .

Obiectivul este să se obțină un sistem în buclă închisă astfel încât polii dominanți ai sistemului închis să aibă factorul de amortizare  $\zeta = \frac{1}{2}$  și timpul de răspuns să fie aproximativ  $t_s = 4$  secunde.

**A) (0.5p)** Desenați schema bloc generală a sistemului de control, indicând clar regulatorul și procesul.

**B) (0.5p)** Puteți îndeplini cerința cu un regulator proporțional (P)? Dacă răspunsul este da, determinați regulatorul. Dacă răspunsul este nu, explicați de ce.

**C) (1p)** Proiectați un regulator cu funcția de transfer  $G_c(s) = \frac{k(s+z)}{s}$ , astfel încât obiectivul să fie îndeplinit.

**P3 (1.5p).** Se consideră un proces cu modelul:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_1(t) + u(t) \\ \dot{x}_2(t) = 2x_2(t) + u(t) \end{cases}$$

**A) (0.5p)** Sistemul este intern stabil? De ce?

**B) (1p)** Calculați o lege de reglare de la stare  $u(t) = -Kx(t)$  astfel încât sistemul închis să fie stabil și să aibă poli reali, la alegere.

**P4 (1.5p).** Se consideră un sistem cu funcția de transfer:

$$G(s) = \frac{s(s+1)}{(10^{-3}s+1)(10^{-2}s^2+10^{-1}s+1)}$$

**A) (1p)** Desenați diagrama Bode.

**B) (0.5p)** Determinați pulsațiile pentru care sistemul atenuează intrările sinusoidale.

Nume și

grupa:

Examen cu cărțile închise. Scrieți numele pe fiecare pagină. Scrieți clar și citeț. Explicați în cuvinte rezolvarea problemelor. Succes!

**P1 (1p).** Încercuiți răspunsul corect (Adevărat sau Fals sau Nu Stiu) (5x 0.2p răspuns corect, -0.1p răspuns greșit, 0p Nu Știu)

[ A F NS ] În diagrama Bode a unui sistem cu funcția de transfer  $G(s)$  se reprezintă modulul și faza lui  $G(j\omega)$  în funcție de pulsația  $\omega$ .

[ A F NS ] Un regulator PI ideal are funcția de transfer  $G(s) = K_P(1 + K_I s)$

[ A F NS ] Un sistem liniar și continuu este intern stabil dacă toate valorile proprii ale matricii sistemului sunt egale cu 0.

[ A F NS ] Un sistem discret este stabil dacă toți polii au modulul mai mic decât 1

[ A F NS ] Locul rădăcinilor nu poate fi utilizat pentru proiectarea reguletoarelor

**P2 (2p).** Un sistem de control cu reacție negativă unitară are funcția de transfer a procesului  $G(s) = \frac{1}{s(s+1)(s+4)}$ .

Obiectivul este să se obțină un sistem în buclă închisă astfel încât polii complecși dominanți ai sistemului închis să aibă pulsația naturală  $\omega_n = 2$  și timpul de răspuns să fie aproximativ  $t_s = 4$  secunde.

A) (0.5p) Desenați schema bloc a sistemului de control, indicând clar regulatorul și procesul.

B) (1p) Proiectați un regulator cu funcția de transfer  $G_c(s) = k(s + z)$ , astfel încât obiectivul să fie îndeplinit.

C) (0.5p) Puteți îmbunătăți eroarea staționară a sistemului închis pentru o intrare rampă  $r(t) = t, t \geq 0$ ? Dacă răspunsul este da, explicați ce fel de regulator ați putea utiliza. Dacă răspunsul este nu, explicați de ce.

**P3 (1.5p).** Se consideră un proces cu modelul:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = -2x_1(t) + u(t) \\ \dot{x}_2(t) = -x_2(t) + u(t) \end{cases}$$

A) (0.5p) Sistemul este intern stabil? De ce?

B) (1p) Calculați o lege de reglare de la stare  $u(t) = -Kx(t)$  astfel încât sistemul închis să fie stabil (dar nu la limita de stabilitate) și polii sistemului închis să fie complex conjugați, la alegere.

**P4 (1.5p).** Se consideră un sistem cu funcția de transfer:

$$G(s) = \frac{(10^{-3}s + 1)(10^{-2}s^2 + 10^{-1}s + 1)}{s^2(s + 1)}$$

A) (1p) Desenați diagrama Bode.

B) (0.5p) Determinați pulsațiile pentru care amplitudinea ieșirii în regim staționar este egală cu a intrării.

**Name and group:** \_\_\_\_\_

*This exam is closed-books. Write your name on every page. Write clearly and legibly. Explain your work in words. Good luck!*

**P1 (2p).** For a system with the transfer function:

$$G(s) = \frac{100(10^{-2}s^2 + 10^{-1}s + 1)}{s^2(10^{-3}s + 1)(10^{-4}s + 1)}$$

**A) (1p)** Sketch the Bode plot.

**B) (0.5p)** If the input is  $u(t) = 2\sin(100t)$ , use the Bode plot to determine the magnitude of the output at steady-state.

**C) (0.5p)** Use the Bode plot to determine the frequencies for which the magnitude of the output signal at steady-state equals the magnitude of the input.

**P2 (1.5p).** Consider a system described by:

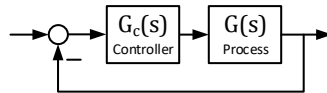
$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_1(t) + u(t) \\ \dot{x}_2(t) = 2x_1(t) + u(t) \end{cases}$$

**A) (0.5p)** Is this system internally stable? Why?

**B) (1p)** Design a state feedback control law  $u(t) = -Kx(t)$  so that the closed-loop system has a pair of complex conjugate poles and a settling time of about 4 seconds.

*(Hint. Choose the closed-loop poles so that  $t_s = 4$  sec.)*

**P3. (2.5p)** Consider a closed-loop control system as shown in the figure, with a process  $G(s) = \frac{1}{s^2}$ .



The objective is to design a controller so that the dominant closed-loop poles are  $r_{1,2} = -\frac{1}{2} \pm \frac{\sqrt{3}}{2}j$ .

**A) (1p)** Design a lead compensator with the transfer function  $G_c(s) = \frac{k(s+z)}{s+p}$ , with  $0 < z < p$ , to meet the requirement.

**B) (0.5p)** Can you improve the steady-state error of the closed-loop system with the controller determined at **A**), for a unit step input? If the answer is yes, explain what type of controller would you choose and why. If the answer is no, explain why not.

**C) (0.5p)** Can you obtain the closed-loop poles  $r_{1,2}$  with an ideal proportional-derivative (PD) controller? If the answer is yes, determine the PD-controller. If the answer is no, explain why not.

**D) (0.5p)** Can you obtain the closed-loop poles  $r_{1,2}$  with a proportional (P) controller? If the answer is yes, determine the P-controller. If the answer is no, explain why not.

Name and  
group:

This exam is closed-books. Write your name on every page. Write clearly and legibly. Explain your work in words. Good luck!

**P1 (2p).** For a system with the transfer function:

$$G(s) = \frac{10(10^{-2}s^2 + 10^{-1}s + 1)}{s(10^{-3}s + 1)(10^{-4}s + 1)}$$

**A) (1p)** Sketch the Bode plot.

**B) (0.5p)** If the input is  $u(t) = 2\sin(100t)$ , use the Bode plot to determine the magnitude of the output at steady-state.

**C) (0.5p)** Use the Bode plot to determine the frequencies for which the magnitude of the output signal at steady-state equals the magnitude of the input.

**P2 (1.5p).** Consider a system described by:

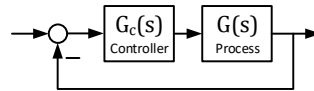
$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = -2x_1(t) + 2u(t) \\ \dot{x}_2(t) = -x_2(t) + u(t) \end{cases}$$

**A) (0.5p)** Is this system internally stable? Why?

**B) (1p)** Design a state feedback control law  $u(t) = -Kx(t)$  so that the closed-loop system has a pair of complex conjugate poles and a settling time of about 2 seconds.

(Hint. Choose the closed-loop poles so that  $t_s = 2$  sec.)

**P3 (2.5p).** Consider a closed-loop control system, with a process having the transfer function  $G(s) = \frac{1}{s^2}$ .



The objective is to design a controller so that the dominant closed-loop poles are  $r_{1,2} = -\frac{1}{2} \pm \frac{\sqrt{3}}{2}j$ .

**A) (1p)** Design a lead compensator with the transfer function  $G_c(s) = \frac{k(s+z)}{s+p}$ , with  $0 < z < p$ , to meet the requirement.

**B) (0.5p)** Can you improve the steady-state error of the closed-loop system with the controller determined at (A), for a unit ramp input? If the answer is yes, explain what type of controller would you choose and why. If the answer is no, explain why not.

**C) (0.5p)** Can you obtain the closed-loop poles  $r_{1,2}$  with a proportional (P) controller? If the answer is yes, determine the P-controller. If the answer is no, explain why not.

**D) (0.5p)** Can you obtain the closed-loop poles  $r_{1,2}$  with an ideal proportional-derivative (PD) controller? If the answer is yes, determine the PD-controller. If the answer is no, explain why not.