

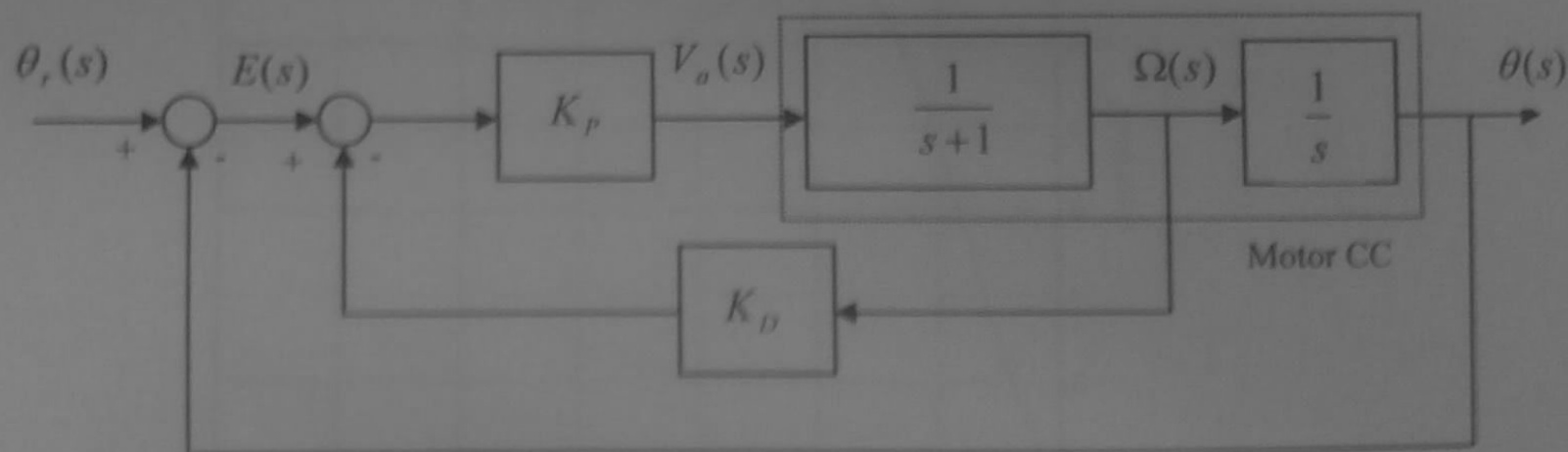
Nome: _____ No. _____

INSTRUÇÕES

- Duração: 2h
- Consulta livre a material próprio.
- Ao final da prova, entregue esta folha de questões devidamente identificada.
- Apresente com clareza suas soluções para os problemas. **Nunca** deixe subentendido seu raciocínio.

1a. QUESTÃO - Valor: 3,0

A figura abaixo representa um sistema de controle de posição de um motor C.C. O controlador é do tipo proporcional (ganho K_p) com realimentação auxiliar de velocidade (ganho K_D).



a) Mostre que a função de transferência de malha de malha fechada é

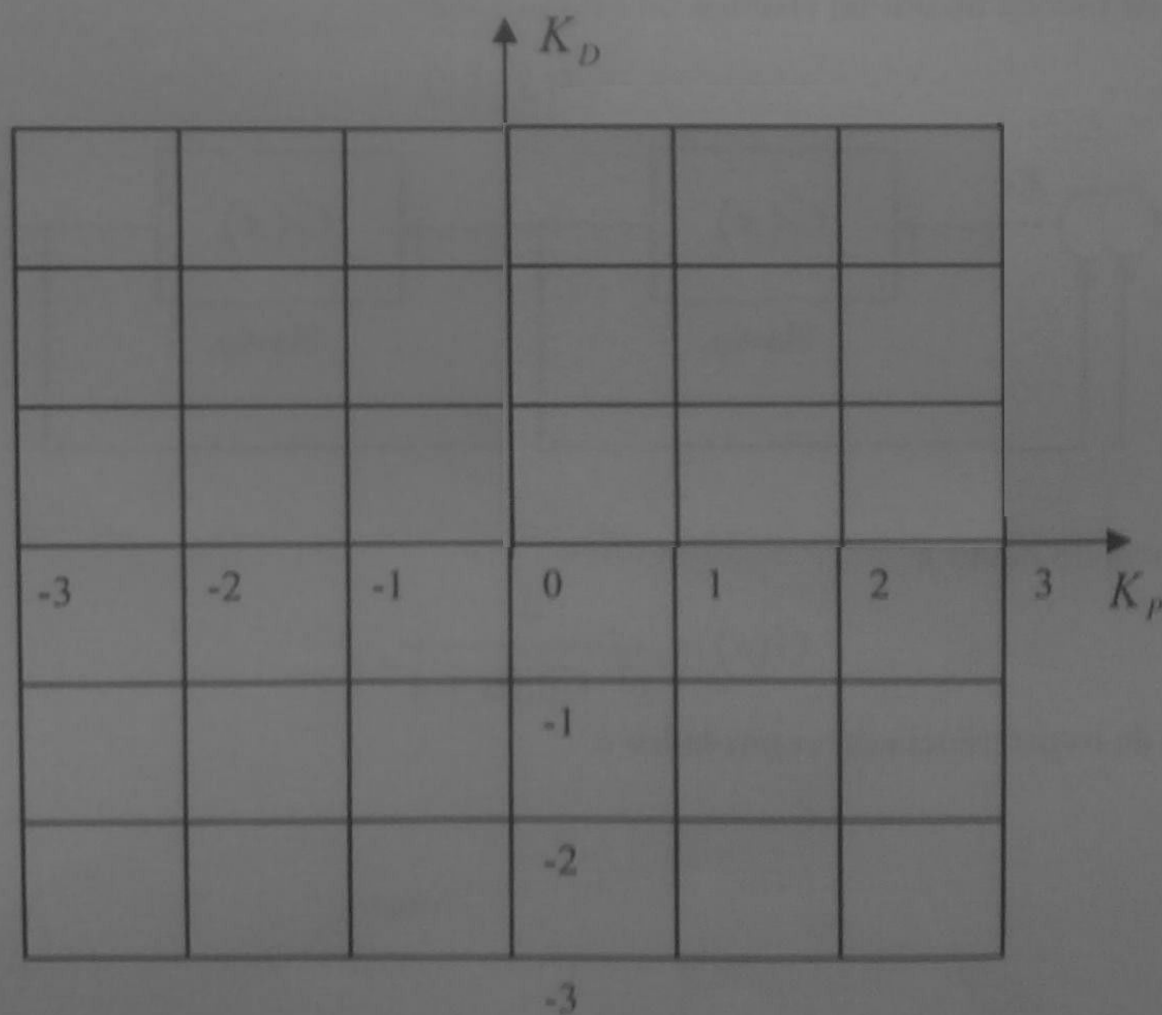
$$\frac{\theta(s)}{\theta_r(s)} = \frac{K_p}{s^2 + (1 + K_p K_D)s + K_p} \quad (\text{Valor: 1,0})$$

a) Mostre que a função de transferência de malha de malha fechada é

$$\frac{\theta(s)}{\theta_r(s)} = \frac{K_p}{s^2 + (1 + K_p K_D)s + K_p}$$

(Valor: 1,0)

b) Indique na figura a seguir o conjunto dos pontos (K_p, K_D) para os quais o sistema em malha fechada é estável. Use a própria folha de questões para apresentar sua resposta. (Valor: 2,0)



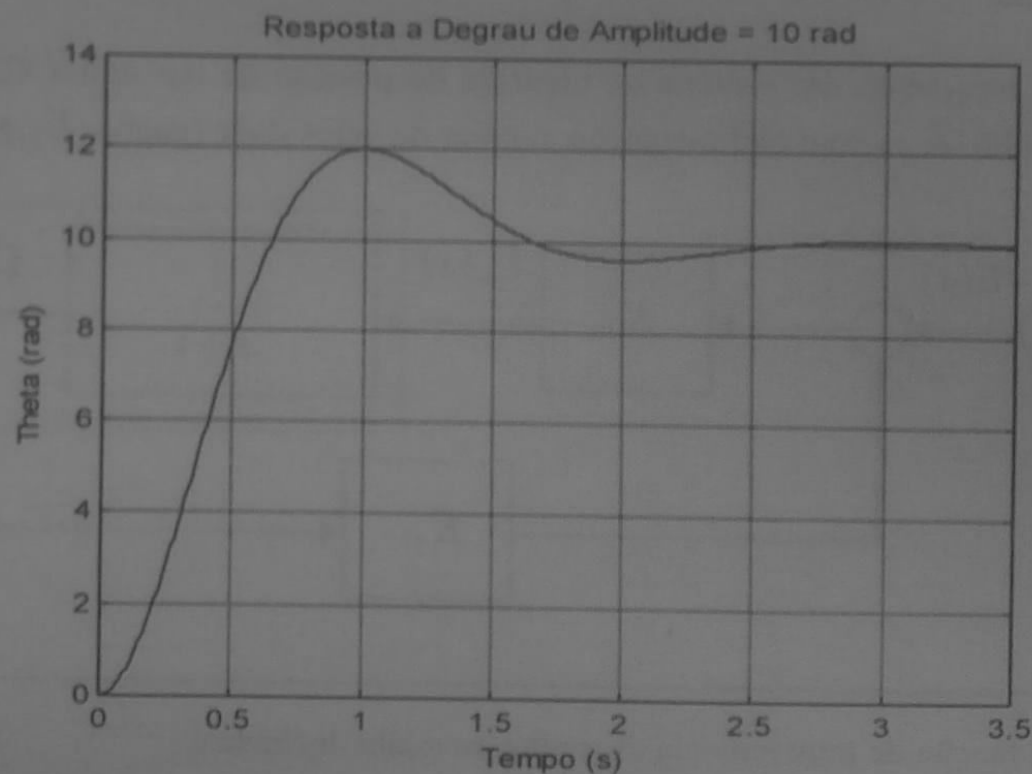
2a. QUESTÃO - Valor: 3,5

Considere o mesmo sistema de controle de posição da questão anterior. Suponha que o sinal de referência seja um degrau de amplitude 10:

$$\theta_r = 10H(t)$$

e que as condições iniciais sejam nulas.

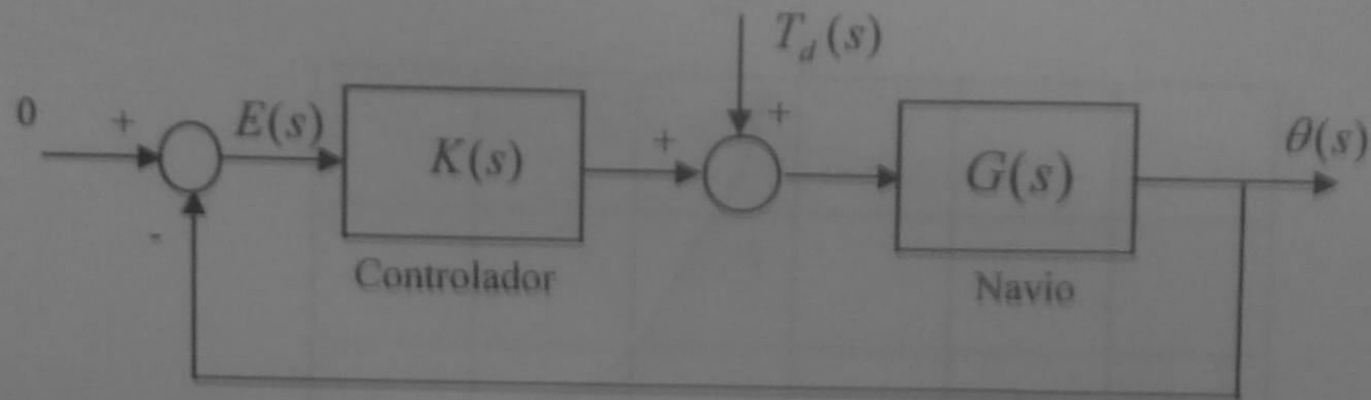
- a) Deseja-se que o sistema em **malha fechada** apresente a resposta abaixo. Projete o controlador, isto é, determine os valores de K_P e K_D para satisfazer a estes requisitos. (Valor: 2,0)



- b) Quanto tempo decorre desde o instante inicial $t=0$ para que a saída fique confinada ao intervalo $[9,8 \ 10,2]$? (Valor: 1,5)

3a. QUESTÃO - Valor: 3,5

Para assegurar o conforto dos passageiros, muitos navios são dotados de estabilizadores. A figura abaixo representa o diagrama de blocos de um tal sistema de estabilização.



A função de transferência do navio é

$$G(s) = \frac{4}{s^2 + 0,8s + 4},$$

ao passo que a função de transferência do controlador é

$$K(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{s} \right).$$

O ângulo $\theta(s)$ representa o desvio do eixo vertical do navio em relação à vertical e o objetivo do sistema de controle é mantê-lo em torno da referência zero. $T_d(s)$ representa um torque de perturbação externo que desloca o eixo do navio da posição vertical.

a) Mostre que

$$\frac{E(s)}{T_d(s)} = \frac{-4s}{(s^2 + 0.8s + 4)s + 4K_p(s+1)} \quad (\text{Valor: 1,0})$$

b) Suponha que $T_d(t)$ seja um degrau unitário. É possível escolher K_p de forma que, passado um longo período de tempo, o navio retorne praticamente à posição vertical e aí permaneça? Se a resposta for SIM, determine quais são os valores de K_p para isso. Se a resposta for NÃO, justifique sua resposta. (Valor: 2,5)