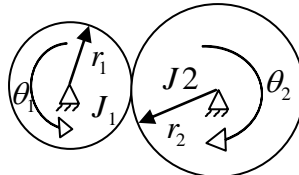


Nome:

RA:

Questão 1. Um par de engrenagens com diâmetros de 100mm e 200mm respectivamente e momentos de inércia 20Kgm^2 e 30Kgm^2 respectivamente, deverá ter a posição angular da engrenagem de maior diâmetro controlada através de um torque aplicado na engrenagem de menor diâmetro. Será empregado um controlador proporcional derivativo com o objetivo de obter um percentual de sobre-sinal de 20% e um tempo de estabilização (a 2%) de 2s para a malha fechada.

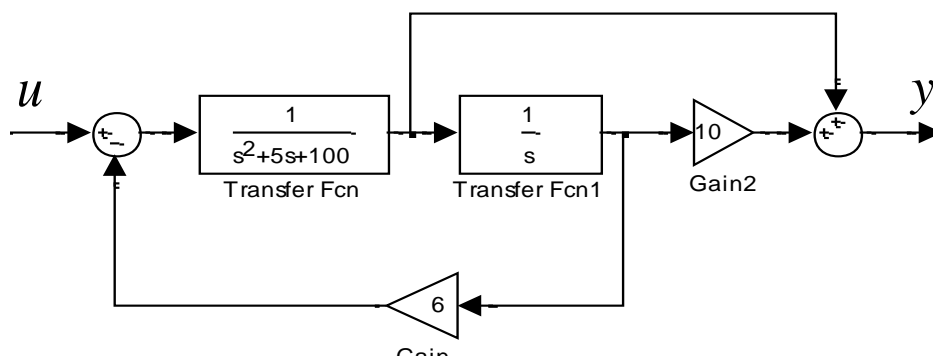


- [2.0] Determine a função de transferência do controlador de forma analítica por comparação polinomial, e os pólos e zeros da malha fechada.
- [1.0] Determine os valores obtidos para o percentual de sobre-sinal e tempo de estabilização do sistema controlado. Compare estes valores com os requisitos e comente os motivos de eventuais divergências relativas obtidas.

Questão 2. Um sistema massa-mola-amortecedor apresenta frequência natural de 5rad/s, fator de amortecimento de 0.05 e ganho estático unitário. Através de um controlador por realimentação de estados com observador deseja-se que o sistema em malha fechada passe a ter uma frequência natural de 10rad/s e um fator de amortecimento de 0.6. Os pólos de malha fechada resultantes da introdução do observador devem ser complexos conjugados com parte real -1 e parte imaginária 20. O objetivo do controlador é fazer com que o sistema permaneça parado (velocidade nula).

- [2.0]) Determine o modelo de estados da malha fechada em termos dos estados e dos estados estimados e apresente os pólos da planta, do controlador por realimentação de estado estimado e os pólos da malha fechada
- [2.0] Seja uma condição inicial unitária para a posição do sistema. As demais condições iniciais são nulas. Determine o valor máximo (em módulo) do esforço de controle (sinal $u(t)$) nesta condição.

Questão 3. Seja o diagrama de blocos da figura. Este sistema será controlado através de um controlador proporcional de ganho K e com uma realimentação que apresenta um ganho 10 no ramo de realimentação.



- [1.0] Determine através do diagrama de blocos a função de transferência da planta.
- [1.0] Determine o valor do ganho K para que o erro estacionário ao degrau seja de 0.1
- [0.5] Determine as margens de estabilidade relativa e o maior valor do ganho K para que o sistema ainda permaneça estável.
- [0.5] Considere que o sistema controlado será excitado através do sinal $200\text{sen}(20t)$. Determine a respectiva resposta de regime.

Principais equações úteis:

Realimentação de Estado

$$\zeta = \frac{\ln(\frac{100}{PSS})}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2(\frac{100}{PSS})}}$$

$$T_e = \frac{4}{\zeta\omega_n} \therefore \omega_n = \frac{4}{\zeta T_e}$$

$$A_{heq} = A - BK - LC$$

$$B_{heq} = L$$

$$C_{heq} = K$$

$$D_{heq} = 0$$

$$A_T = A - k_p BK$$

$$B_T = k_p B$$

$$C_T = C$$

$$D_T = D$$

$$A_T = \begin{bmatrix} A & -BK \\ LC & A - BK - LC \end{bmatrix}$$
$$B_T = \begin{Bmatrix} B \\ B \end{Bmatrix}$$
$$C_T = [C \quad 0]$$
$$D_T = 0$$

$$A_T = \begin{bmatrix} A - BK & BK \\ 0 & A - LC \end{bmatrix}$$
$$B_T = \begin{Bmatrix} B \\ 0 \end{Bmatrix}$$
$$C_T = [C \quad 0]$$
$$D_T = 0$$