

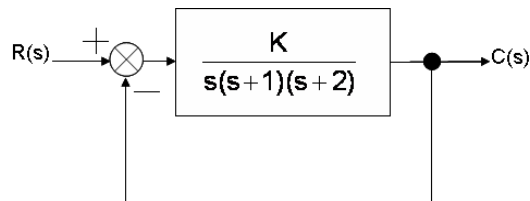
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS – CCE
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - DEL

ELT330 – SISTEMAS DE CONTROLE I
Prof. Tarcísio Pizziolo

6ª Lista de Exercícios

Análise de Resposta no Estado Permanente e Estabilidade

- 1) Para o sistema dado a seguir, determinar o **erro de estado estacionário** para uma entrada em **degrau** e em **rampa unitários**.



- 2) Considere um sistema de controle dotado de realimentação unitária negativa com a seguinte **F. T.**:

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

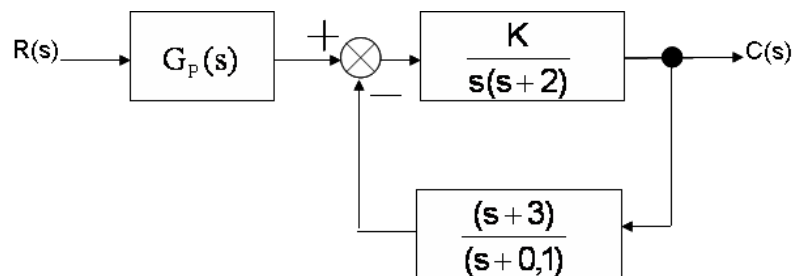
Este sistema é **estável**?

- 3) Para um sistema de controle com retroação unitária negativa, determine o **erro de estado estacionário** para uma **entrada em degrau** e em **rampa** (unitários) quando:

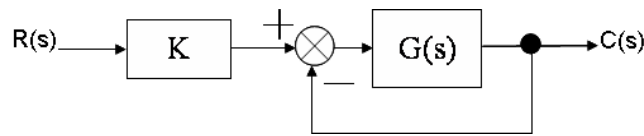
$$G(s) = \frac{10}{(s^2 + 14s + 50)}.$$

- 4) Um sistema com retroação é apresentado a seguir.

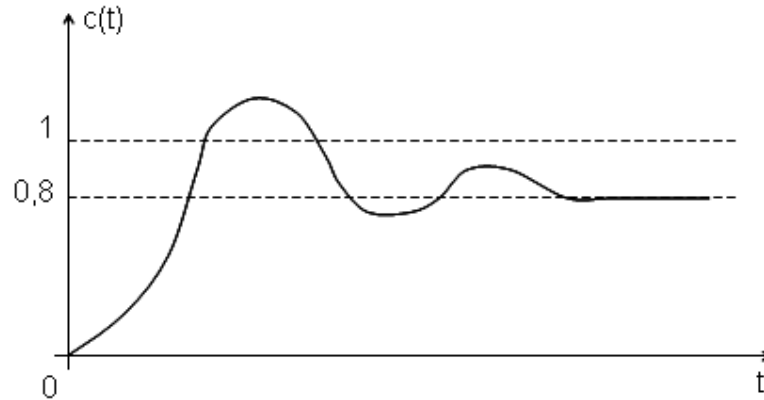
- a) Determinar o **erro de estado estacionário** para uma **entrada em degrau unitário** quando **K = 0,4** e **G_P(s) = 1**.
- b) Selecionar um valor apropriado para **G_P(s)** para que o **erro de estado estacionário** seja igual a zero para uma **entrada em degrau unitário**.



5) Um sistema é mostrado abaixo.

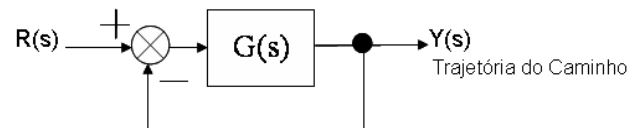
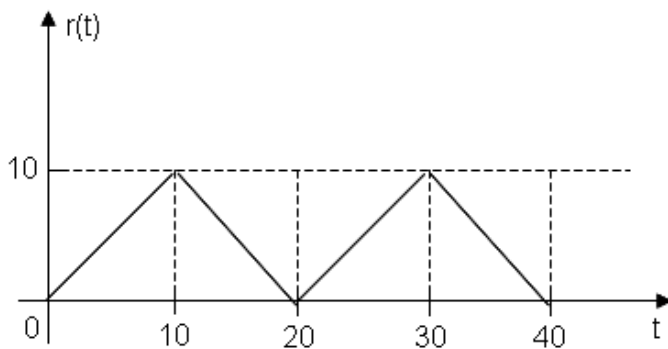


A resposta a uma entrada em **degrau unitário**, quando **K = 1**, é também apresentada no gráfico a seguir.



Determinar o valor de **K** para que o **erro de estado estacionário** seja igual a **zero**.

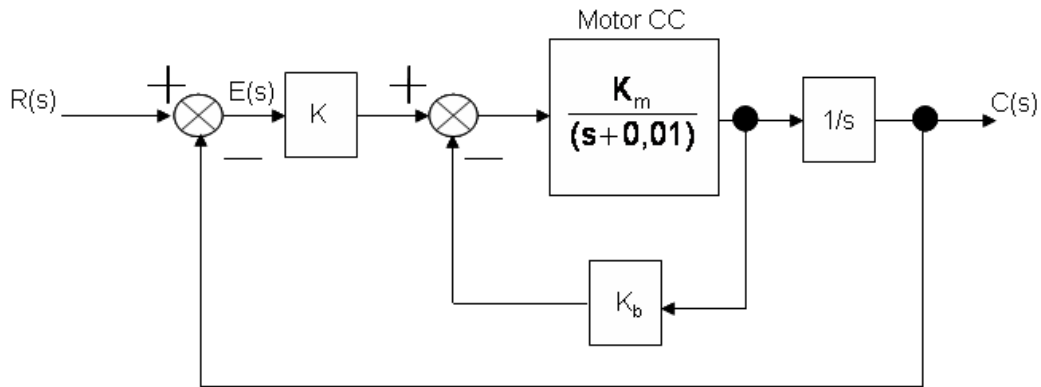
- 6) Um robô é programado para seguir um percurso pré-estabelecido com uma ferramenta ou com um maçarico de soldagem. Considerar que a ferramenta do robô deve seguir um percurso em dente de serra como apresentado no gráfico dado. A função de transferência do processo é $G(S) = \frac{100(s+1)}{s(s+5)(s+7)}$ para o sistema em malha fechada dado. Calcular o **erro de estado estacionário**.



- 7) Uma função de transferência de malha fechada é $T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{96(s+3)}{(s+8)(s^2+8s+36)}$.

- Determinar o **erro de estado estacionário** para uma entrada em **degrau unitário**.
- Supor que os **pólos complexos sejam dominantes** e determinar o **sobre-sinal máximo** e o **tempo de acomodação para 2%** do valor final.
- Traçar o gráfico (MATLAB) da resposta a uma entrada degrau unitária do sistema completo.
- Traçar o gráfico (MATLAB) da resposta a uma entrada degrau unitária do sistema considerando os pólos complexos dominantes.
- Comparar os gráficos traçados em c) e d).

- 8) O modelo em diagrama de blocos de um motor CC controlado pela armadura é mostrado na figura abaixo.
- Determinar o **erro de estado estacionário** para uma **entrada em rampa unitária** em termos de K , K_b e K_m .
 - Sejam os valores $K_m = 10$ e $K_b = 0,05$. Selecione K para que o **erro de estado estacionário** seja **igual a 1**.
 - Traçar o gráfico (MATLAB) da resposta do sistema para uma entrada degrau unitário e outra em rampa unitária durante 20 segundos. As respostas são aceitáveis?



- 9) Considere o sistema de controle de posição de um satélite mostrado no diagrama de blocos da Figura I. A saída do sistema apresenta oscilações continuadas não desejáveis. Esse sistema pode ser estabilizado pelo uso de realimentação *tacométrica*, como mostrado na Figura II. Se $\frac{K}{J} = 4$, que valor de K_h resultará em um coeficiente de amortecimento igual a **0,6**?

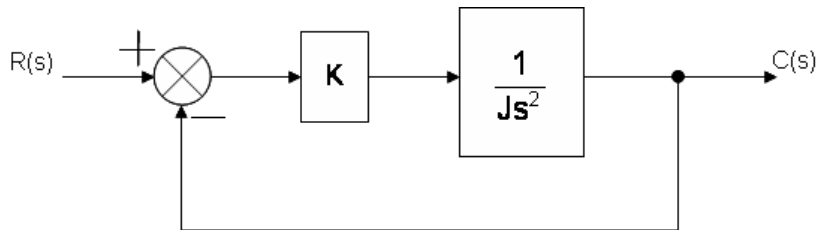


Figura I

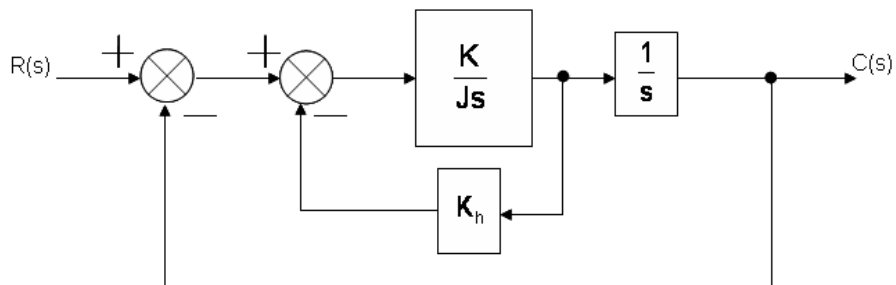
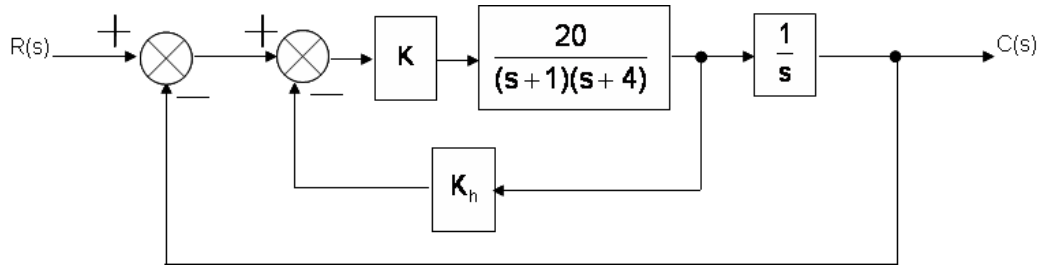


Figura II

- 10) Considere o servossistema com realimentação *tacométrica* dado. Determine os intervalos de K e K_h que tornam tal sistema **estável**? (Note que K_h deve ser positivo).

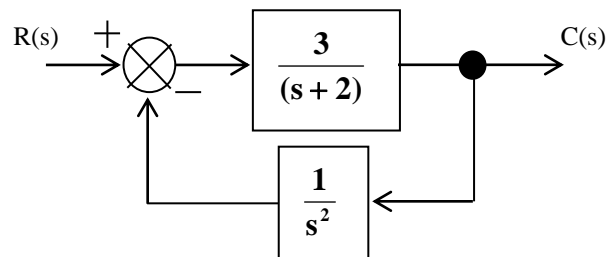


- 11) Considere um sistema de controle com realimentação unitária negativa cuja função de transferência de malha fechada seja dada por $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{Ks + b}{(s^2 + as + b)}$. Determine a função de transferência de malha aberta $G(s)$. Mostre que o **erro estacionário na resposta à rampa unitária** é dado por:
- $$e_{ss} = \frac{1}{k_v} = \frac{(a - K)}{b}.$$

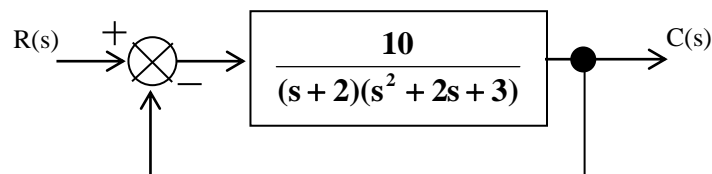
- 12) Considere um sistema de controle com realimentação unitária negativa cuja função de transferência de malha aberta seja: $G(s) = \frac{K}{s(Js + B)}$. Discuta os efeitos que as variações de K e de B produzem sobre o **erro estacionário da resposta à entrada em rampa unitária**. Esboce as curvas típicas de resposta à rampa unitária para os valores pequenos, médios e elevados de K , supondo que B seja constante.

- 13) Calcule os coeficientes de erro de posição, velocidade e aceleração (K_p , K_v e K_a) para os sistemas abaixo.

a)



b)



14) Considere a seguinte equação característica de uma F. T.:

$$s^4 + 2s^3 + (4+k)s^2 + 9s + 25 = 0.$$

Determine, aplicando o ***Cr terio de Routh***, os valores de k para a estabilidade deste sistema.

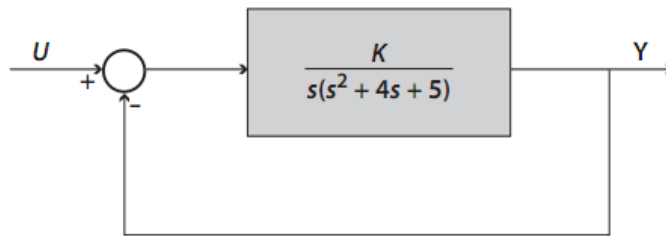
15) Um sistema de controle com realimentação unitária negativa possui função de transferência de malha aberta dada por:

$$G(s) = \frac{20s + K}{s^4 + 10s^3 + 12s^2 + Ks + 20}$$

- a) Determine os valores de K para os quais $G(s)$   estável.
- b) Idem para $F(s)$ deste sistema em malha fechada.

16) Quais os valores de K para que os sistemas a seguir sejam estáveis?

a)



b)

