



## Prática de Laboratório 04

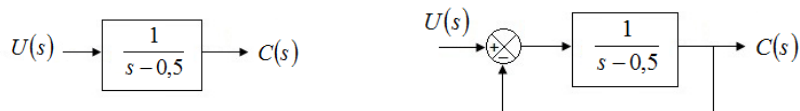
**Objetivo:** Utilizar o Matlab para analisar a resposta transitória de sistemas de 1ª ordem ao degrau e estudar o efeito do controle proporcional sobre os aspectos de estabilidade, velocidade de resposta e erro em regime permanente.

**Procedimento:** Utilizando o Matlab solucione os problemas a seguir e elabore um relatório técnico com a análise dos resultados obtidos.

1. Considere dois sistemas físicos com as seguintes funções de transferência:

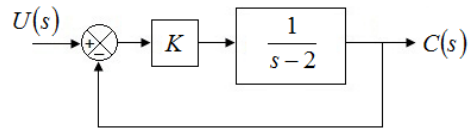
$$G_1(s) = \frac{1}{s+1} \qquad G_2(s) = \frac{1}{s-1}$$

- Obtenha a equação temporal de cada saída quando os mesmos forem submetidos a uma entrada do tipo degrau unitário  $u(t)=1$  em malha aberta. Comente sobre o comportamento da saída à medida em que o tempo cresce.
  - Apresente gráficos (um para cada sistema) com a localização dos pólos da função de transferência de malha aberta no plano-s. Comente sobre a posição dos pólos em relação ao eixo  $\sigma = 0$ .
  - Apresente, em um mesmo gráfico, a resposta ao degrau unitário de cada sistema em malha aberta. Comente sobre a estabilidade dos mesmos em função da posição dos pólos em relação ao eixo  $\sigma = 0$ .
  - Apresente conclusões sobre a estabilidade de um sistema em função da posição dos pólos em relação ao eixo  $\sigma = 0$ .
2. Considere os seguintes sistemas de controle, em malha aberta (à esquerda) e em malha fechada com realimentação unitária (à direita):



- Apresente gráficos (um para cada sistema) com a localização dos pólos da função de transferência de malha aberta e fechada, respectivamente, no plano-s. Comente sobre o efeito da realimentação na alteração da posição dos pólos em relação ao eixo  $\sigma = 0$ .

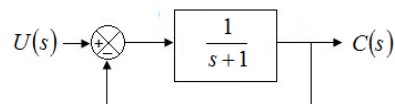
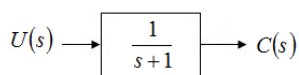
- b. Apresente conclusões sobre a alteração da estabilidade deste sistema em função da realimentação unitária e demonstre em um mesmo gráfico, a resposta ao degrau unitário do sistema em malha aberta e fechada para justificar as conclusões.
3. Considere o seguinte sistema de controle proporcional com realimentação unitária, no qual o valor do ganho  $K$  é ajustável.



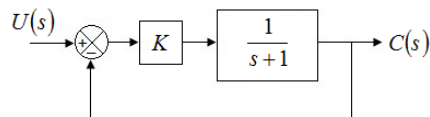
- a. Determine o intervalo de valores de  $K$  para que os pólos da função de transferência de malha fechada estejam localizados no semi-plano esquerdo do plano- $s$  ( $\sigma < 0$ ).
- b. Apresente, em um mesmo gráfico, a resposta ao degrau unitário do sistema em malha fechada para  $K_1 = 1$  e  $K_2 = 3$ . Comente sobre a estabilidade dos mesmos em função do valor do ganho  $K$ .
- c. Apresente conclusões sobre a estabilidade de um sistema de 1ª ordem em malha fechada à medida em que se aumenta o ganho  $K$ .
4. Considere dois sistemas físicos com as seguintes funções de transferência:

$$G_1(s) = \frac{0,5}{s + 0,5} \qquad G_2(s) = \frac{5}{s + 5}$$

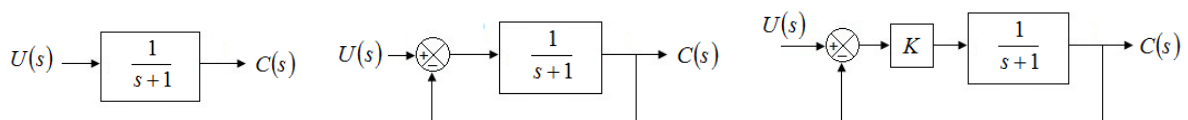
- a. Obtenha a equação temporal de cada saída quando os mesmos forem submetidos a uma entrada do tipo degrau unitário  $u(t) = 1$  em malha aberta. Comente sobre a constante de tempo associada a cada função exponencial que compõe a resposta temporal dos sistemas.
- b. Apresente gráficos (um para cada sistema) com a localização dos pólos da função de transferência de malha aberta no plano- $s$ . Comente sobre a proximidade dos pólos ao eixo  $\sigma = 0$ .
- c. Apresente, em um mesmo gráfico, a resposta ao degrau unitário de cada sistema em malha aberta. Comente sobre a velocidade de resposta dos mesmos em função da proximidade dos pólos ao eixo  $\sigma = 0$ .
- d. Apresente conclusões sobre a velocidade de resposta de um sistema de 1ª ordem em função da proximidade dos pólos ao eixo  $\sigma = 0$ .
5. Considere os seguintes sistemas de controle, em malha aberta (à esquerda) e em malha fechada com realimentação unitária (à direita):



- a. Apresente gráficos (um para cada sistema) com a localização dos pólos da função de transferência de malha aberta e fechada, respectivamente, no plano- $s$ . Comente sobre o efeito da realimentação na alteração da proximidade dos pólos ao eixo  $\sigma = 0$ .
  - b. Apresente conclusões sobre a alteração na velocidade de resposta deste sistema em função da realimentação unitária e demonstre em um mesmo gráfico, a resposta ao degrau unitário do sistema em malha aberta e fechada para justificar as conclusões.
6. Considere o seguinte sistema de controle proporcional com realimentação unitária, no qual o valor do ganho  $K$  é ajustável.



- a. Apresente, em um mesmo gráfico, a resposta ao degrau unitário do sistema em malha fechada para  $K_1 = 5$  e  $K_2 = 10$ . Comente sobre a velocidade de resposta dos mesmos em função do valor do ganho  $K$ .
  - b. Apresente conclusões sobre a velocidade de um sistema de 1ª ordem em malha fechada à medida em que se aumenta o ganho  $K$ .
7. Considere os seguintes sistemas de controle, em malha aberta (à esquerda) e em malha fechada com realimentação unitária (ao centro) e em malha fechada com controle proporcional e realimentação unitária (à direita):



- a. Apresente, em um mesmo gráfico, as curvas de entrada e saída do sistema em malha aberta (à esquerda) quando o mesmo é submetido a uma entrada do tipo degrau unitário. Comente sobre o erro em regime permanente.
  - b. Realize a mesma operação do item a. para o sistema de controle em malha fechada com realimentação unitária (ao centro). Compare o erro em regime permanente obtido com o do item a. e comente sobre o efeito da realimentação na alteração do nível de erro do sistema.
  - c. Realize a mesma operação do item a. para o sistema em malha fechada com controle proporcional e realimentação unitária (à direita), considerando  $K_1 = 1$ ,  $K_2 = 10$  e  $K_3 = 100$ . Comente sobre o erro em regime permanente dos mesmos em função do valor do ganho  $K$ .
8. Em termos gerais, apresente conclusões sobre o efeito do aumento do ganho  $K$  em sistemas de controle de 1ª ordem em relação à estabilidade, velocidade de resposta e erro em regime permanente.