



## **Exercícios**

1. Considere um sistema de controle cuja Função de Transferência de Malha Aberta seja dada por:

$$G(s)H(s) = \frac{K(s+2)(s+3)}{s(s+1)}$$

- Determine a faixa de valores de  $K$  para que o sistema possua comportamento transitório subamortecido.
- Um projetista deseja ajustar o ganho  $K$  de forma a posicionar os pólos de malha fechada em  $s = -0,5 \pm j$ . Verifique se este ponto pertence do Gráfico do Lugar das Raízes.

2. Considere um sistema cuja Função de Transferência de Malha Aberta seja dada por:

$$G(s)H(s) = \frac{1}{s(s+1)}$$

Para melhorar as características dinâmicas do sistema, foi inserido um controlador do tipo proporcional. Qual o valor do ganho para que o coeficiente de amortecimento seja  $\sqrt{2}/2$ .

3. Esboce o Gráfico do Lugar das Raízes para um sistema que possua função de transferência de malha aberta dada por:

$$G(s)H(s) = \frac{K}{(s+3)}$$

Determine o valor do ganho para que a constante de tempo da resposta seja de 0,2seg.

4. Considere um sistema cuja Função de Transferência de Malha Aberta seja dada por:

$$G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2)}$$

Verifique se os pontos abaixo são raízes de malha fechada e, em caso positivo, obtenha o valor de  $K$  que desloca os pólos para os referidos pontos.

- a)  $s = -1,5 \pm j2$
- b)  $s = -0,3337 \pm j0,5780$
- c)  $s = -2,5$

5. Considere um sistema cuja Função de Transferência de Malha Aberta seja dada por:

$$G(s)H(s) = \frac{K}{(s+1)(s+2)(s+3)}$$

- a) Com base na condição de ângulo, esboce a região do Lugar das Raízes que possui todos os pólos de malha fechada situados sobre o eixo real.
- b) Determine o intervalo de valores de  $K$  de forma a obter todos os pólos de malha fechada situados sobre a região esboçada no item a).

6. Considere um sistema cuja Função de Transferência de Malha Aberta seja dada por:

$$G(s)H(s) = \frac{K}{(s+1)(s+2)}$$

Um projetista deseja ajudar o ganho de forma a posicionar os pólos de malha fechada em um ponto que proporcione coeficiente de amortecimento  $\sqrt{2}/2$  e frequência natural não amortecida  $2\sqrt{2}$  rad/s.

- a) Comente se com o ajuste do ganho  $K$  é possível obter as características desejadas. Esboce o gráfico do Lugar das Raízes para justificar sua resposta.
- b) Caso não seja possível obter as características desejadas apenas com o ajuste do ganho, que tipo de compensador (avanço ou atraso de fase) deveria ser inserido em série com o sistema. Justifique sua resposta.
- c) Calcule a deficiência angular que precisa ser adicionada pelo compensador de forma a posicionar os pólos de malha fechada na posição desejada.

7. Considere um sistema de controle com realimentação unitária cuja função de transferência de ramo direto seja dada por:

$$G(s) = \frac{1}{10.000(s^2 - 1,1772)}$$

Como a planta é instável, um projetista deseja inserir um controlador PD em série com o sistema de forma a estabilizá-lo e fazer com que o coeficiente de amortecimento do sistema de malha fechada seja 0,7 e a frequência natural não amortecida seja de 0,5 rad/s. Considerando que a função de transferência do controlador PD tem a forma abaixo, encontre os valores das constantes  $K_p$  e  $T_d$ .

$$G_c(s) = K_p(1 + T_d s)$$

8. Considere um controlador cuja função de transferência seja dada por:

$$G_c(s) = K \frac{s + a}{s + b}$$

onde  $a$ ,  $b$  e  $K$  são números reais positivos. Qual é a condição que  $a$  e  $b$  devem satisfazer para que  $G_c(s)$  seja uma rede de avanço de fase?