

# PTC 3313 - Sistemas de Controle

## Lista de Exercícios sobre LGR

Profs. Fuad e Diego

25 de Setembro de 2020

### Exercício 1

Construa o Lugar Geométrico das Raízes (LGR) para as funções de transferência em malha aberta abaixo ( $K$  é o parâmetro variável). Determine também a faixa de valores de  $K$  para se ter estabilidade em malha fechada.

- $G(s)H(s) = \frac{K}{(s+1)(s+2-j)(s+2+j)}$
- $G(s)H(s) = \frac{K(s+2)}{(s+1)(s+3-j)(s+3+j)}$
- $G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+6)(s+8)}$
- $G(s)H(s) = \frac{K(s+1)}{s^2(s+9)}$
- $G(s)H(s) = \frac{K(s+1)(s+3)}{s^3}$
- $G(s)H(s) = \frac{K(s^2+6s+10)}{s^2+2s+10}$

**Observação:** Aplique todas as regras apresentadas em aula e esboce os gráficos, indicando os parâmetros importantes. Todos os passos devem ser apresentados.

### Exercício 2

Utilize agora a função `rlocus` do MATLAB para obter os LGR's das funções do problema anterior. Compare os gráficos obtidos com os do exercício anterior.

### Exercício 3

Seja o sistema de controle em malha fechada apresentado na figura 1, onde  $G(s) = \frac{s-1}{(s+2)(s+2)}$ . Esboce o LGR e determine a faixa de valores de  $K$  onde se tenha estabilidade em malha fechada.

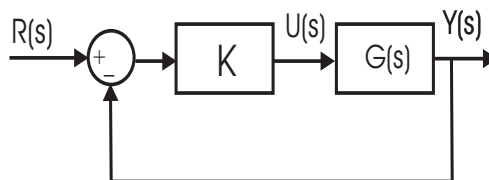


Figura 1: Sistema de Controle em Malha Fechada (realimentação unitária)

#### Exercício 4

Um robô industrial possui a seguinte função de transferência entre força na garra  $F(s)$  e tensão na armadura do motor CC  $V(s)$  que aciona a garra:

$$G(s) = \frac{F(s)}{V(s)} = \frac{K(s + 2.5)}{(s^2 + 2s + 2)(s^2 + 4s + 5)}$$

Deseja-se projetar um sistema de controle para a força na garra do tipo proporcional em malha fechada e com realimentação unitária. Pede-se:

1. Esboce o LGR para o sistema em questão.
2. Encontre o ganho  $K$  que resulta em pólos dominantes em malha fechada com coeficientes de amortecimento  $\xi = 0.707$ .
3. Encontre o máximo sobressinal e tempo de pico para o  $K$  determinado no item anterior.

#### Exercício 5

O sistema de controle em malha fechada da velocidade de arfagem de um avião é dado na figura 2. As funções de transferência são:

- Controlador:  $H(s) = \frac{(s+2)^2 K_2}{(s+10)(s+100)}$
- Atuador:  $G_1(s) = \frac{10}{s+10}$
- Dinâmica da Aeronave:  $G_2(s) = \frac{K_1(\tau s+1)}{s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2}$

onde  $\omega_n = 2.5 \text{ rad/s}$ ,  $\xi = 0.30$ ,  $\tau = 0.1$ ,  $y(t)$  é a velocidade de arfagem e  $r(t)$  é a velocidade de arfagem desejada.

1. Esboce o LGR, supondo que o parâmetro variável é  $K_1 K_2$ .
2. Determine o valor de  $K_2$  necessário para ter um fator de amortecimento 0.707 para os pólos dominantes em malha fechada, supondo que  $K_1 = 0.02$ .

**Obs.: Use a função rlocus**

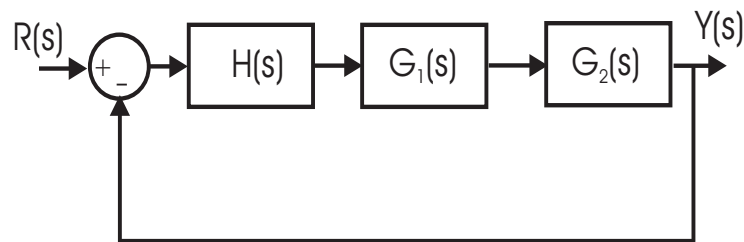


Figura 2: Sistema de Controle de Arfagem do Avião

### Exercício 6

Seja um sistema de controle em malha fechada (com realimentação unitária) com função de transferência em malha aberta dada por

$$G(s)H(s) = \frac{K(s+1)(s+3)}{s(s-1)(s+4)(s+8)}$$

onde  $K$  é o parâmetro que se pode variar. Deseja-se selecionar  $K$  de modo que a resposta a um degrau unitário de referência seja razoavelmente amortecida e o tempo de acomodação a 2% seja inferior a 3.0 segundos.

1. Esboce o LGR e selecione  $K$  de modo que os pólos dominantes de malha fechada possuam um  $\xi$  superior a 0.6.
2. Encontre analiticamente a resposta ao degrau unitário para o sistema em malha fechada com o valor de  $K$  selecionado.

### Exercício 7

Para as funções de transferência em malha aberta abaixo:

1.  $G(s)H(s) = \frac{4(s^2+1)}{s(s+a)}$
2.  $G(s)H(s) = \frac{10}{s(s+1)(s+a)}$

esboçar o LGR considerando que o parâmetro variável é  $a > 0$ .