



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

Lista de Exercícios 02

Disciplina: EES-10/EES-22 – Controle Clássico I

Professora: Gabriela Gabriel

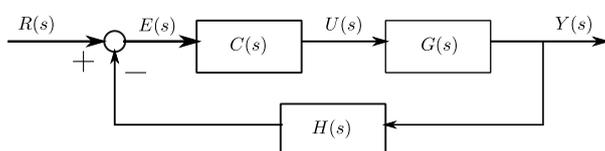


Figura 1 – Malha de controle padrão.

1. Faça um esboço do LGR para um sistema que possui na malha direta FT

$$G(s) = \frac{k}{s(s^2 + 8s + 20)}$$

E determine a faixa de valores de  $k$  que fazem com que o sistema seja estável.

2. Para um sistema com  $C(s)G(s) = \frac{k}{(s+8)(s+2)}$  e realimentação unitária, esboce o LGR e determine o que se pede:
- O ganho para que a resposta do sistema tenha amortecimento crítico;
  - O ganho e o tempo de subida para que a resposta do sistema em malha fechada tenha um sobressinal máximo de 16,3% ( $\xi = 0.5$ );
  - O erro em regime estacionário em cada um dos casos anteriores.
3. Seja uma malha de controle com realimentação de velocidade e posição para um motor CC, conforme apresentado na Figura 2. Desenhe o LGR para este sistema (de malha fechada) em

função de  $K_t$  e determine o valor de  $K_t$  para que o sobressinal seja de  $M_p = 10\%$ , para uma referência degrau unitário em  $\theta_t$ . Determine também o tempo de subida  $t_r$  (10% – 90%), o tempo de pico  $t_p$  e o tempo de acomodação  $t_{s2\%}$ .

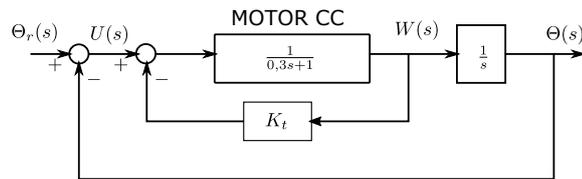


Figura 2 – Motor CC com realimentação de posição e velocidade.

4. Desenhe o LGR para as seguintes FT, considerando no sistema da Figura 1,  $H(s) = 1$ ,  $C(s) = \kappa$

- $G(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)}$ ;
- $G(s) = \frac{(s+1)}{(s-1)(s-2)}$ ;
- $G(s) = \frac{(s+1)^2}{s^2+2s+2}$ ;
- $G(s) = \frac{s+1}{(s-2)(s^2+2s+2)(s+4)}$ .

5. Para o sistema da Figura 1, considere  $H(s) = 1$ ,  $C(s) = 1$  e

$$G(s) = \frac{s+a}{s^2+2s+2}$$

- Desenhe o LGR em função do parâmetro  $a$ .
- Determine a sensibilidade do erro em regime para uma entrada do tipo degrau unitário em função do parâmetro  $a$ . O que podemos concluir?

6. Considere o sistema da Figura 1 com  $H(s) = 1$  e

$$G(s) = \frac{K}{s(s+2)(s+5)}$$

Projete um controlador PI para forçar a zero o erro em regime permanente para uma entrada do tipo rampa unitária, considerando valores de  $K$  que levem o sistema à estabilidade.