



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA  
DIVISÃO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
DEPARTAMENTO DE MECATRÔNICA  
MPS-43: SISTEMAS DE CONTROLE

Lista de Exercícios 9

Prof. Davi Antônio dos Santos

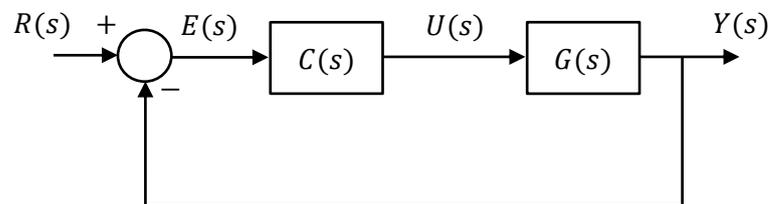
1. A dinâmica de sistemas mecânicos sujeitos a atritos de magnitude reduzida pode frequentemente ser modelada por um duplo integrador, *i.e.*,  $G(s) = k/s^2$ .

- a. Esboce o diagrama de Bode de  $G(j\omega)$  e determine a margem de fase  $\mu_f$  e a frequência de cruzamento de ganho  $\omega_{cg}$  do sistema não compensado. Expresse as respostas em função de  $k$ .
- b. Calcule os parâmetros  $k_c$ ,  $a_c$  e  $b_c$  de um controlador LEAD na forma

$$C(s) = k_c \frac{s + b_c}{s + a_c}, \quad b_c < a_c$$

que faça com que o sistema compensado tenha margem de fase  $\mu_f^d = 30$  graus e mantenha a constante de erro de aceleração  $\kappa_a$  inalterada. Expresse as respostas em função de  $k$ .

2. Seja um sistema de controle modelado pelo seguinte diagrama de blocos:



com  $G(s) = 5(s + 3)/s(s + 1)(s + 2)$ .

Projete um controlador LEAD na forma

$$C(s) = k_c \frac{s + b_c}{s + a_c}, \quad b_c < a_c$$

para que o sistema em questão satisfaça as especificações  $\mu_f^d = 60$  graus e  $\kappa_v^d = 150$ .

3. Considere o sistema de controle modelado pelo diagrama de blocos da questão 2 – considerando a mesma função de transferência  $G(s)$  – em que  $C(s) = C_1(s)C_2(s)$ .

- a. Projete um controlador LEAD na forma

$$C_1(s) = k_c \frac{s + b_c}{s + a_c}, \quad b_c < a_c$$

para que o sistema em questão tenha margem de fase  $\mu_f^d = 60$  graus e mantenha a constante de erro de velocidade  $\kappa_v$  inalterada.

- b. Projete um controlador LAG na forma

$$C_2(s) = \bar{k}_c \frac{s + \bar{b}_c}{s + \bar{a}_c}, \quad \bar{a}_c < \bar{b}_c$$

para que o sistema, já compensado por  $C_1(s)$ , mantenha inalterada a margem de fase e aumente  $\kappa_v$  em um fator de 20.

5. Mostre matematicamente que os diagramas de Nyquist, para  $\omega \in [0, \infty)$ , dos controladores LEAD e LAG têm forma de semi-circunferência.