Controle de Sistemas Mecânicos – Prova 1 – 20/05/2019

Instruções: (a) a prova é individual; (b) material permitido: lápis, caneta, borracha e calculadora; (c) indique com clareza e organização todos os desenvolvimentos; (d) a duração da prova é de 2h30min.

Nome: ______________________________

Matrícula: ______________________________

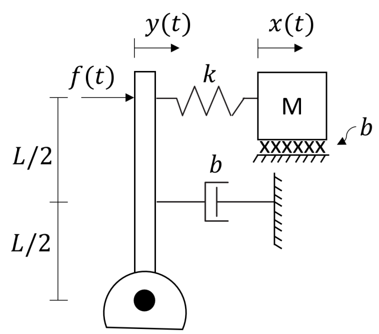
---

1. (5 pontos) Considere o ponto $s^* = -3 + j\sqrt{3}$ para os itens 1-3. Qual o valor de $a \in \mathbb{R}$ tal que o lugar das raízes de $G(s)H(s) = K\dfrac{s+a}{s+2}$ passa por s^*? Qual o valor de K que implica um dos pólos de malha fechada serem s^*?

2. (5 pontos) Repita o mesmo para $G(s)H(s) = K\dfrac{1}{(s+2)(s+a)}$.

3. (10 pontos) Seja um sistema em malha fechada com $G(s)H(s) = \dfrac{s^2+2s+5}{s^2+1.5s}$. Calcule a deficiência de fase ϕ a ser adicionada ao ramo de malha aberta para que o lugar das raízes passe pelo ponto s^*.

4. O sistema abaixo possui uma alavanca ideal de massa e momento de inércia desprezíveis. Para fins de modelagem seu deslocamento angular é considerado pequeno, de modo que o deslocamento na extremidade da barra é aproximadamente horizontal. A massa se desloca sobre uma superfície rugosa que resulta em um atrito viscoso. Considere todas relações das forças linearmente proporcionais às posições e velocidades.



Obtenha:

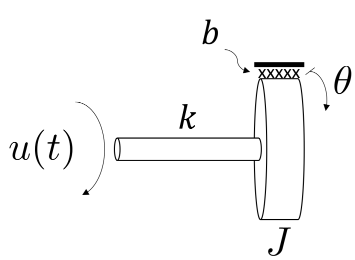
(a) (10 pontos) $G(s) = X(s)/F(s)$;

(b) (10 pontos) Esboce o lugar das raízes para $G(s)$ com realimentação unitária ($H(s) = 1$).

Considere para os desenvolvimentos as seguintes constantes no SI:

$$k = 2, M = 2, b = 4, L = 1$$

5. (20 pontos) Construa um compensador para o sistema mecânico abaixo. Neste sistema, a entrada $u(t)$ é o deslocamento angular na extremidade do elo flexível de rigidez k e a saída é $\theta(t)$. O disco J está sujeito a um atrito viscoso de rolamento (b).



Requisitos de projeto:

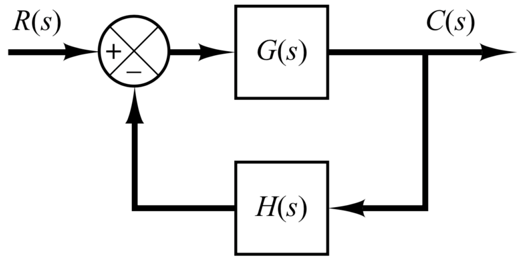
- $t_{s_{2\%}} = \dfrac{4}{\zeta\omega_n} = 0.1$ segundos;
- $\zeta = 0.6$ ($M_p \approx 10\%$).

Considere para os desenvolvimentos as seguintes constantes no SI:

$$k = 2, J = 1, b = 0.4$$

Boa prova!

O LR de um sistema em malha fechada



onde

$$G(s)H(s) = 1 + \frac{K(s+z_1)(s+z_2)\cdots(s+z_m)}{(s+p_1)(s+p_2)\cdots(s+p_n)} \tag{1}$$

pode ser esboçado ao variar-se K seguindo o seguinte roteiro:

1. Localizar os pólos/zeros em MA no plano complexo
2. Determinar o LR no eixo real: utilizar a condição de fase $\underline{/G(s)H(s)} = \pm 180°(2k+1), k = 0, 1, 2, \ldots$
3. Determinar as assíntotas do LR
$$\text{Interseção no eixo real} = -\frac{\sum p_j - \sum z_i}{n-m}, \text{Ângulo das assíntotas} = \frac{\pm 180°(2k+1)}{n-m}$$
4. Encontrar os pontos de partida e chegada do eixo real: $\dfrac{dK}{ds} = 0$
5. Determinar os ângulos de partida/chegada de pólos/zeros complexos
$$\alpha = 180° - \sum \theta_i + \sum \phi_j$$
onde
   - α: ângulo de partida (chegada) de um pólo (em um zero)
   - θ_i: ângulos dos vetores dos outros pólos (zeros) ao pólo (zero) em questão
   - ϕ_j: ângulos dos vetores dos zeros (pólos) ao pólo (zero) em questão
6. Encontrar os pontos do LR em $j\omega$: use $s = j\omega$

(Para uso exclusivo do professor)

Question:	1	2	3	4	5	Total
Points:	5	5	10	20	20	60
Score:						