

# PTC 3313 - Sistemas de Controle

## Lista sobre Modelagem

Profs. Fuad e Diego

26 de Setembro de 2020

### Exercício 1

Para o sistema mecânico translacional apresentado na Figura 1:

1. Encontre o modelo matemático do sistema;
2. Encontre a função de transferência  $G(s) = X_1(s)/F(s)$ ;
3. Considerando  $b = m_1 = 1$ , determine a faixa de valores de  $k_1$  para o sistema ser oscilatório.

### Exercício 2

Seja o sistema mecânico translacional apresentado na Figura 2. Determine:

1. O modelo matemático do sistema ( $x_1$  é a posição do bloco 1, e  $x_2$  do bloco 2);
2. Considerando  $k_1 = k_2 = m_1 = m_2 = 1 = b_2$ , encontre a faixa de valores de  $b_1$  para o sistema ser oscilatório;
3. Considerando os mesmos parâmetros do item anterior e ainda  $b_1 = 3$ , encontre as respostas  $x_1(t)$  e  $x_2(t)$  do sistema a um degrau unitário em  $F(t)$ .

### Exercício 3

O chamado modelo de 1/4 de carro, conforme apresentado na Figura 3, é utilizado para projeto de sistemas de suspensão ativa em veículos automotores. Neste sistema, modelam-se a massa da roda  $M_r$ , da carroceria  $M_c$ , o amortecedor  $B_a$ , a mola  $K_a$  e a elasticidade do pneu  $K_p$ .  $F_a$  representa uma força aplicada pelo próprio atuador do sistema de suspensão ativa. Considere que o peso é completamente equilibrado em  $x_r = x_c = d = 0$ .

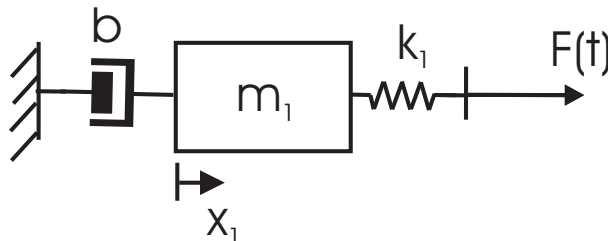


Figura 1: Sistema Mecânico do Ex. 1

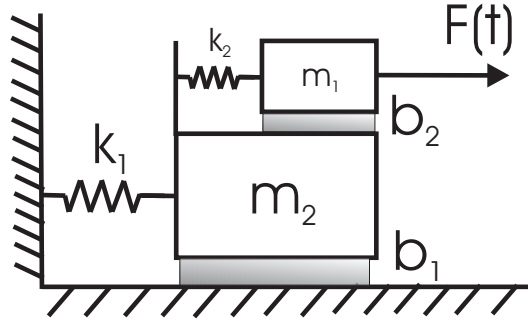


Figura 2: Sistema Mecânico do Ex. 2

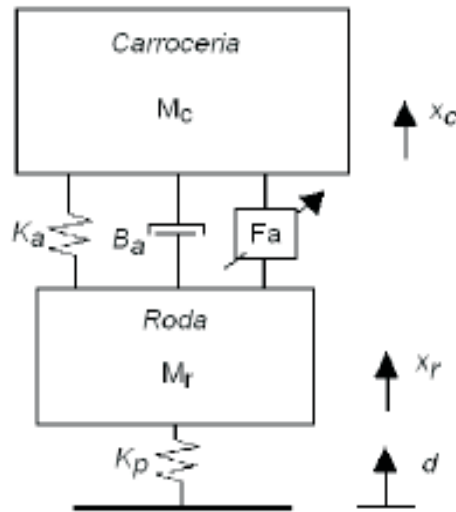


Figura 3: Sistema Mecânico do Ex. 3

1. Encontre o modelo matemático deste sistema, considerando que as entradas são  $d$  (deslocamento da roda, que deve acompanhar rigidamente o solo) e  $F_a(t)$ , e as saídas são a posição da carroceria  $x_c$  e a posição da roda  $x_r$ .
2. Considerando  $M_c = 250\text{kg}$ ,  $M_r = 28,58\text{kg}$ ,  $K_a = 10000\text{N/m}$ ,  $K_p = 155900\text{N/m}$ ,  $B_a = 850\text{Ns/m}$ , o sistema é oscilatório ?

#### Exercício 4

Dado o sistema mecânico rotacional apresentado na Figura 4, determine:

1. O modelo matemático do sistema, onde  $T_1$  é um torque motriz (entrada);
2. Determine a função de transferência  $\Omega_1(s)/T_1(s)$ ;

Tem-se que  $N_1, N_2, N_3$  são os números de dentes das engrenagens.

#### Exercício 5

Seja o sistema elétrico apresentado na figura 5. Determine:

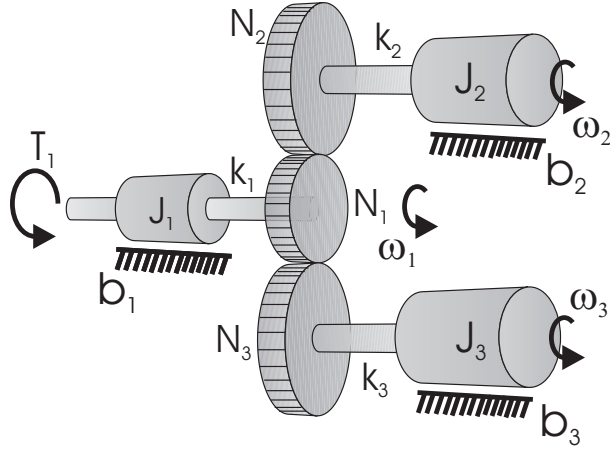


Figura 4: Sistema Mecânico do Ex. 4

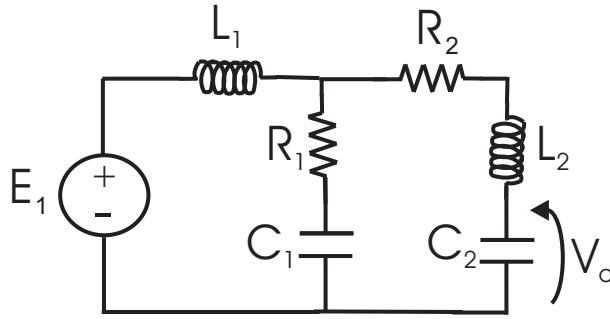


Figura 5: Sistema Elétrico do Ex. 5

1. O modelo matemático do sistema, considerando a entrada como sendo a fonte  $E_1$
2. A função de transferência  $V_c(s)/E_1(s)$

### Exercício 6

Dado o circuito elétrico apresentado na figura 6:

1. Determine o modelo matemático considerando que  $I_1$  e  $E_1$  são as entradas e  $V_c$  é a saída;
2. Determine a matriz de funções de transferência do sistema, ou seja, as funções de transferência de  $I_1$  para  $V_c$  (considerando  $E_1$  nula) e de  $E_1$  para  $V_c$  (considerando  $I_1$  nula);
3. Considerando que  $L_1 = 2$ , determine a faixa de valores de  $C_1$  para os quais o circuito é oscilatório
4. Considerando  $E_1 = H(t)$  (degrau unitário) e  $I_1 \equiv 0$ , determine a resposta total do sistema para tensão inicial no capacitor igual a 1V ( e demais condições iniciais nulas).

### Exercício 7

Dado o circuito com amplificador operacional apresentado na figura 7. Determine:

1. Determine a função de transferência  $V_c(s)/E_1(s)$  considerando que  $Z_1 = R_1$  e  $Z_2 = R_2$  são resistores e  $Z_3$  e  $Z_4$  são capacitores  $C_2$  e  $C_1$ ;

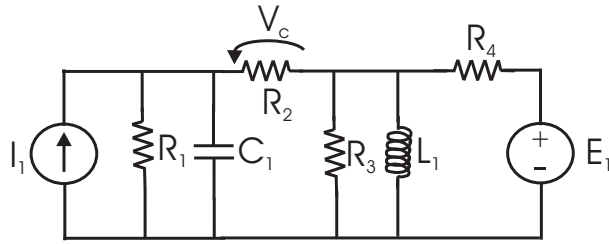


Figura 6: Sistema Elétrico do Ex. 6

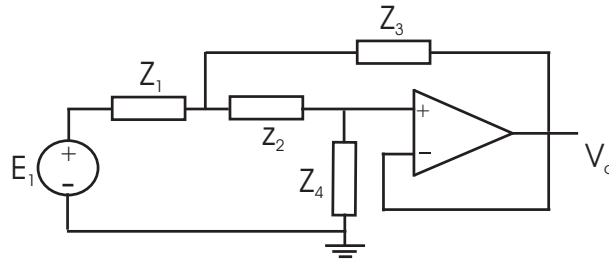


Figura 7: Sistema Elétrico do Ex. 7

2. O que ocorre se os resistores forem trocados pelos capacitores (e vice-versa) ?

### Exercício 8

Seja o sistema eletromecânico com realimentação de posição apresentado na figura 8. É acionada uma carga linear de massa  $m$  através de um par engrenagem-cremalheira. Ao movimento da carga linear opõe-se uma força de carga (função do tempo) considerada como sendo uma perturbação.

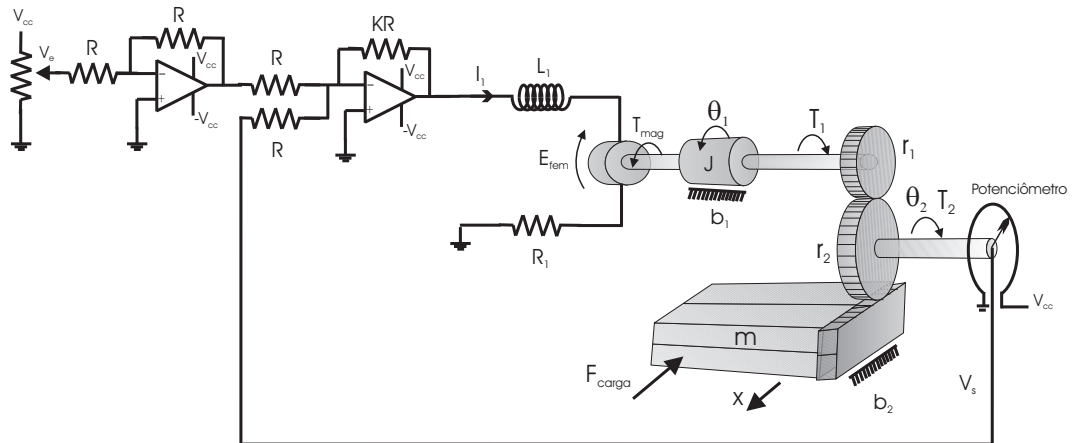


Figura 8: Representação da Máquina CNC

Considerando o sistema em malha aberta (desligando o amp do motor):

1. Encontre o modelo da parte mecânica deste sistema
2. Encontre o modelo da parte elétrica (considere que a resistência total de cada potenciômetro é igual a  $R$ ).

3. Encontre a função de transferência entre a tensão na entrada do motor (saída do segundo amplificador operacional) e a posição  $\theta_2$ ;

**Considerando o sistema em malha fechada:**

4. Desenhe o diagrama de blocos do sistema completo (em malha fechada)
5. Encontre a função de transferência em malha fechada do sistema, da tensão proporcional à posição desejada  $V_e$  à tensão proporcional à posição real  $V_s$