

# Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA

## Sistemas de Controle Contínuos e Discretos –

### CMC-12

## Lista 2 – Modelagem de Sistemas Dinâmicos

**Professor:** Marcos Ricardo Omena de Albuquerque Maximo

16 de março de 2022

**Observação:** A entrega da solução dessa lista consiste de resposta a um Google Forms e de submissão de arquivos no Google Classroom. Compacte todos os arquivos a serem submetidos em um único **.zip** (use obrigatoriamente **.zip**, e **não** outra tecnologia de compactação de arquivos) e anexe esse **.zip** no Google Classroom. O arquivo com os passos das soluções de todas as questões (rascunho) deve ser entregue num arquivo chamado **rascunho.pdf** (**não** usar outro formato além de **.pdf**). Para o **.zip**, use o padrão de nome **<login\_ga>\_listaX.zip**. Por exemplo, se seu login é **marcos.maximo** e você está entregando a lista 1, o nome do arquivo deve ser **marcos.maximo\_lista1.zip**. **Não** crie subpastas, deixe todos os arquivos na “raiz” do **.zip**. Remova todas as impressões do seu código antes de submeter (e.g. lembre de terminar cada linha com ‘;’). Use SI para as suas respostas.

**Questão 1.** Considere o circuito RC apresentado na Figura 1. Considerando  $V = 5\text{ V}$ ,  $R = 10\text{ k}\Omega$  e  $C = 1\text{ }\mu\text{F}$ :

- (a) Determine a constante de tempo do circuito.
- (b) Considerando que o capacitor começa descarregado em  $t = 0$ , determine o valor da carga no capacitor no tempo  $t = 0,02\text{ s}$ .

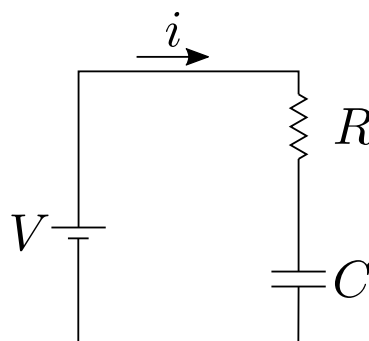


Figura 1: Circuito RC.

Dê suas respostas através dos arquivos **questao1a.m** e **questao1b.m**.

**Questão 2.** Considere um motor elétrico conforme mostrado na Figura 2. Em geral, em um motor elétrico, a dinâmica elétrica é muito mais rápida que a mecânica, de modo que uma aproximação comum é ignorar o efeito da indutância, i.e. considerar  $L \approx 0$ . Considerando essa aproximação, pede-se:

- Determine a constante de tempo do sistema que descreve a velocidade de rotação  $\omega$  do motor dada uma tensão de entrada  $V$ . Dê sua resposta em função dos parâmetros do motor: constante de torque  $K_t$ , resistência  $R$ , momento de inércia  $J$  e coeficiente de atrito viscoso  $b$ .
- Considere os parâmetros do motor Maxon RE-max 17 214897:  $R = 8,3 \, \Omega$ ,  $K_t = 10,7 \, \text{mN} \cdot \text{m}/\text{A}$ ,  $J = 0,868 \, \text{g} \cdot \text{cm}^2$ ,  $b = 8,87 \times 10^{-8} \, \text{N} \cdot \text{ms}$ . Considerando uma tensão de alimentação provida por uma bateria LiPo cheia de  $14,8 \, \text{V}$ , calcule a velocidade do motor em regime, i.e. para um tempo muito longo.

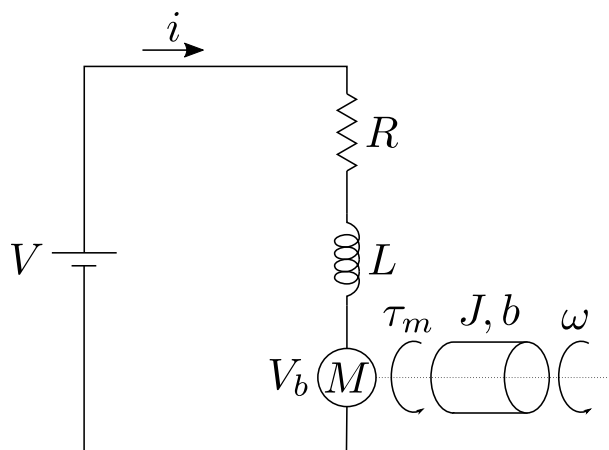


Figura 2: Motor elétrico.

Dê suas respostas através dos arquivos `questao2a.m` e `questao2b.m`.

**Questão 3.** Considere um carro de massa  $m_2$  está puxando outro de massa  $m_1$  como apresentado na Figura 3. O carro de massa  $m_2$  desempenha uma força  $f$ , enquanto o outro é puxado passivamente. Considere que a ligação entre eles pode ser modelada por uma mola e um amortecedor de constantes  $k$  e  $b$ , respectivamente. Assuma variáveis  $x_1$  e  $x_2$ , que medem os deslocamentos dos carros de massas  $m_1$  e  $m_2$ , respectivamente, em relação às suas respectivas posições iniciais. Além disso, considere que a mola está inicialmente na sua posição neutra e que a resistência do ar é desprezível. Considerando que o vetor de estados é  $\mathbf{x} = [x_1 \, \dot{x}_1 \, x_2 \, \dot{x}_2]^T$  e o de saída é  $\mathbf{y} = [x_1 \, x_2]^T$ , determine a modelagem desse problema no formato de espaço de estados. Entregue sua resposta através da definição das matrizes **A**, **B**, **C** e **D** de uma representação de espaço de estados na função de MATLAB `questao3(m1, m2, k, b)`.

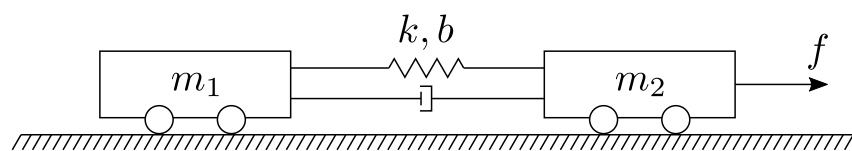


Figura 3: Um carro puxando outro através de uma ligação flexível.