



# Disciplina: Controle e Servomecanismos I



Atividades: **Modelagem & Simulação de Sistemas Dinâmicos, Equação de Estado**

Professor: José Paulo Vilela Soares da Cunha

Rio de Janeiro, 22 de julho de 2020.



## Referências

- Castrucci, P. B. L., Bittar, A. & Sales, R. M. (2018). Controle Automático, 2ª edição, LTC, Seção 2.7. (\*)
- Castrucci, P. B. L., Bittar, A. & Sales, R. M. (2011). Controle Automático, LTC, Seção 2.7.
- Ogata, K. (2010). Engenharia de Controle Moderno, 5ª edição, Pearson Brasil, Exemplo A.3.9.
- Torres, A. E. (1995), Introdução ao Funcionamento e ao Acionamento de Motores DC, Relatório Técnico de Iniciação Científica, Laboratório de Controle, PEE/COPPE/UFRJ. Disponível em: <http://www.lee.uerj.br/~jpaulo/PG/1995/MOTOR-DC-Euler.pdf>

(\*) Organizado para a 2ª edição.

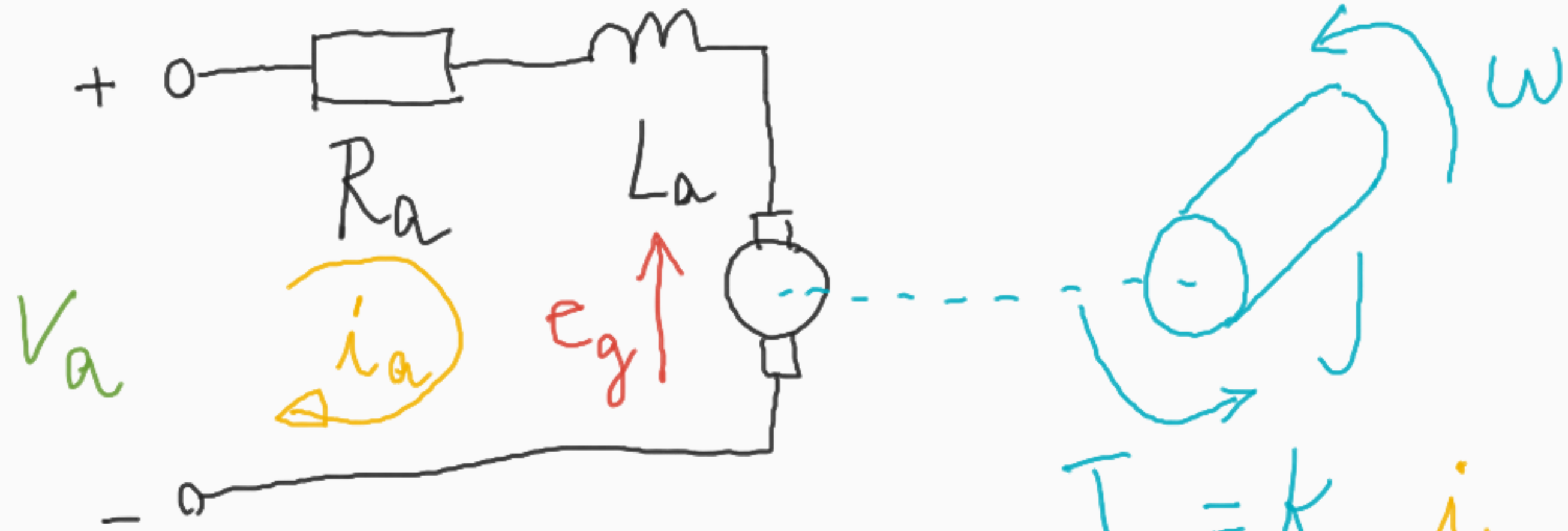


# Modelagem de Sistemas Dinâmicos: Exemplos

## (2) Motor de Corrente Contínua

- Motor CC ou DC

# MOTOR CC



$$e_g = k_g \omega$$
$$[V] = [V \cdot s / \text{rad}] [\text{rad} / \text{s}]$$

$$T_e = k_m i_a$$
$$[Nm] = [Nm / A] [A]$$

$$P_{\text{elétrica}} = P_{\text{mecânica}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_g i_a = T_e \omega$$

$$\Rightarrow \underbrace{K_g}_{\text{red}} \cancel{\omega} \cancel{i_a} = \underbrace{K_m}_{\text{red}} \cancel{i_a} \cancel{\omega}$$

$$\Rightarrow K_g = K_m$$

$$V_a = V_{Ra} + V_{La} + e_g$$
$$= R_a i_a + L_a \frac{di_a}{dt} + k_g \omega$$

$$\Rightarrow \frac{di_a}{dt} = \frac{1}{L_a} (V_a - R_a i_a - k_g \omega)$$

$$J \dot{\omega} = \sum T = T_e \Rightarrow$$

$$\dot{\omega} = \frac{1}{J} T_e = \frac{1}{J} K_m i_a$$

# Equações de Estado

$$x := \begin{bmatrix} i_a \\ \omega \end{bmatrix} ; \quad u := [V_a] ; \quad y := [\omega]$$

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \begin{bmatrix} -\frac{R_a}{L_a} & -\frac{k_g}{L_a} \\ \frac{k_m}{J} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ \omega \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_a} \\ 0 \end{bmatrix} [V_a] \\ y &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ \omega \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} [V_a] \end{aligned}$$