UFU 45 ANOS

Roteiro 5A - Sistemas Eletromecânicos

Sistemas de Controle

Leonardo Vecchi Meirelles

12011ECP002

Setembro 2023

A curva Torque-Velocidade, também conhecida como a curva T-V, é uma representação gráfica que descreve a relação entre o torque produzido por um motor CC e a velocidade angular na qual o motor está operando. Essa curva é essencial para entender o desempenho e as características de um motor CC em uma variedade de aplicações.

Aqui estão os principais pontos a serem considerados ao analisar a curva Torque-Velocidade e seu uso no projeto de sistemas com motores CC:

1. **Interpretação da Curva Torque-Velocidade:**

- **Torque (T):** O eixo vertical da curva representa o torque produzido pelo motor em unidades adequadas, como Newton-metro (Nm) ou libra-pé (lb-ft).
- **Velocidade (N):** O eixo horizontal representa a velocidade angular do motor em unidades como rotações por minuto (RPM) ou radianos por segundo (rad/s).

2. **Regiões da Curva:**

- **Região de Arranque (Starting Region):** No início, o motor CC produz um alto torque enquanto a velocidade é baixa, o que é útil para superar a inércia inicial de cargas pesadas.
- **Região de Operação Normal (Normal Operating Region):** O motor funciona em um intervalo de velocidade e torque onde ele é mais eficiente e é usado para realizar o trabalho principal.

3. **Ponto de Operação:** O ponto de operação de um motor CC é onde a curva Torque-Velocidade cruza a linha da carga mecânica, que representa a exigência de torque e velocidade da aplicação específica. O ponto de operação determina as condições de funcionamento do motor para a aplicação.
4. **Potência Máxima:** A potência máxima do motor CC ocorre no ponto em que o produto do torque e da velocidade é máximo. Isso é indicado pelo pico da curva T-V.
5. **Uso no Projeto de Sistemas com Motor CC:**

- Ao projetar sistemas que usam motores CC, é fundamental escolher um motor que possa fornecer o torque e a velocidade necessários para a aplicação específica.

- A curva Torque-Velocidade ajuda a determinar o tamanho e o tipo de motor a ser utilizado.
- O ponto de operação deve ser selecionado com cuidado para garantir que o motor atenda aos requisitos de desempenho da aplicação.

A compreensão da curva Torque-Velocidade é fundamental para selecionar e dimensionar adequadamente os motores CC em sistemas eletromecânicos. Ao escolher um motor que opera eficientemente na região de operação desejada e oferece o torque necessário para a aplicação, é possível otimizar o desempenho e a eficiência do sistema.

36)

Tranferir impedâncias para J_2:

$$Je = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \cdot J_1 + J_2 + \left(\frac{N_3}{N_4}\right)^2 J_3 = \left(\frac{12}{4}\right)^2 \cdot 2 + 1 + \left(\frac{4}{16}\right)^2 \cdot 16 = 20$$

$$Ke = \left(\frac{N_3}{N_4}\right)^2 K_3 = \frac{1}{16} \cdot 64 = 4$$

$$De = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \cdot D_1 + D_2 + \left(\frac{N_3}{N_4}\right)^2 D_3 = 3^2 \cdot 1 + 2 + \frac{1}{16} \cdot 32 = 13$$

Função de Transferência

$$(Je\, s^2 + De\, s + Ke)\, \theta_2(s) = T(s) \cdot \frac{N_2}{N_1}$$

$$(20 s^2 + 13 s + 4)\, \theta_2 = 3T$$

$$\frac{\theta_2(s)}{T(s)} = \frac{3}{20s^2 + 13s + 4}$$

37)

Tranferindo Impedância:

$$J_e = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 J_1 + J_2 + \left(\frac{\cancel{N_1} N_2}{N_3 \cancel{N_1}}\right)^2 \cdot J_3 = 10^2 \cdot 3 + 150 + 2^2 \cdot 100 = 850$$

$$D_e = \left(\frac{\cancel{N_1} N_2}{N_3 \cancel{N_1}}\right)^2 \cdot D_3 = 2^2 \cdot 500 = 2000$$

$$K_e = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 K_1 + K_2 = 10^2 \cdot 3 + 300 = 600$$

Função de Transferência:

$$(850 s^2 + 2000 s + 600)\,\theta_2(s) = T(s)\left(\frac{N_2}{N_1}\right)$$

$$\frac{\theta_2(s)}{T(s)} = \frac{1\cancel{0}}{85\cancel{0} s^2 + 200\cancel{0} s + 60\cancel{0}} = \frac{1}{85 s^2 + 200 s + 60}$$

38)

$J_e = 0$

$D_e = D_4 = 26$

$$K_e = \left(\frac{N_4}{N_3}\right)^2 \cdot K_2 = \left(\frac{120}{23}\right)^2 \cdot 2 = 108,9$$

Função de transferência:

$$(26s + 108,9)\,\theta_4(s) = T(s) \cdot \left(\frac{N_2}{N_1}\right)\left(\frac{N_4}{N_3}\right)$$

$$\boxed{\frac{\theta_4(s)}{T(s)} = \frac{22,07}{26s + 108,9}}$$

39)

$$Je = \left(\frac{N_4}{N_3}\right)^2 \cdot J_2 = \frac{1}{16} \cdot 1 = \frac{1}{16} = 0{,}0625$$

$$De = \left(\frac{N_{11}}{N_3}\right)^2 \cdot D_2 + D_3 = \frac{1}{16} \cdot 2 + 0{,}02 = 0{,}145$$

$$Ke = \left(\frac{N_4}{N_3}\right)^2 \cdot K_2 = \frac{1}{16} \cdot 2 = 0{,}125$$

$$Te = \left(\frac{N_2}{N_1}\right) \cdot \left(\frac{N_4}{N_3}\right) \cdot T = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot T = T(s)$$

Função de Tranferência:

$$(0{,}0625\, s^2 + 0{,}145\, s + 0{,}125)\, \theta_L(s) = T(s)$$

$$\frac{\theta_L(s)}{T(s)} = \frac{1}{0{,}0625 s^2 + 0{,}145 s + 0{,}125}$$

40)

Transferindo Impedâncias:

$$J_e = \left(\frac{N_3}{N_4}\right)^2 \cdot \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 (J_L + J_4) + \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot (J_3 + J_2) + (J_1 + J_a)$$

$$D_e = \left(\frac{N_3}{N_4}\right)\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot D_L + \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot D$$

$$K_e = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot K$$

Função de Transferência:

$$(J_e s^2 + D_e s + K_e)\,\theta_1(s) = T(s)$$

* Sem substituir

$$\frac{\theta_1(s)}{T(s)} = \frac{1}{J_e s^2 + D_e s + K_e}$$