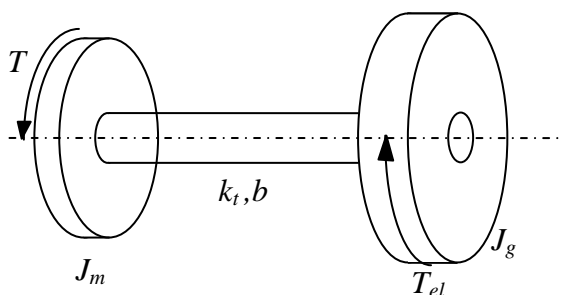


1ª Questão – Um grupo motor- gerador, a ser utilizado em veículos híbridos, é constituído de um motor de combustão interna de quatro cilindros e quatro tempos acoplado elasticamente a um gerador elétrico, e opera com rotação variável na faixa de 800 a 2200 rpm. Para dimensionar o acoplamento elástico entre o motor e o gerador, de modo a evitar que as vibrações torcionais provocadas pela combustão sejam transmitidas integralmente ao gerador, foi concebido o modelo físico de parâmetros concentrados representado na figura, onde  $T$  representa o torque indicado do motor (correspondente ao efeito da pressão de combustão sobre os pistões reduzido ao eixo do virabrequim) subtraído o torque de atrito e  $T_{el}$  representa o torque decorrente do campo elétrico sobre o rotor do gerador. O momento de inércia das partes móveis do motor reduzido ao eixo do virabrequim é  $J_m$ , o momento de inércia do rotor do gerador é  $J_g$  e o acoplamento elástico é representado por uma rigidez torcional  $k_t$  e um coeficiente de histerese  $b$ . Sabendo-se que o torque indicado menos o torque de atrito do motor é dado por

$$T = T_{ef} \cdot [1 + 0,1 \cdot \text{sen}(\Omega \cdot t) + 2,2 \cdot \text{sen}(2 \cdot \Omega \cdot t - 0,14) + 0,9 \cdot \text{sen}(4 \cdot \Omega \cdot t - 0,66) + 0,3 \cdot \text{sen}(6\Omega \cdot t - 1,05) + 0,25 \cdot \text{sen}(8 \cdot \Omega \cdot t - 1,36) + 0,18 \cdot \text{sen}(10 \cdot \Omega \cdot t - 1,50)]$$

onde  $T_{ef}$  é o torque médio efetivo do motor e  $\Omega$  é a velocidade angular média do motor medida em rad/s, pede-se:

- Determinar as equações diferenciais dos movimentos angulares dos eixos do motor e do gerador.
- Calcular as frequências fundamentais de vibração torcional do sistema e os correspondentes modos de vibrar.
- Sendo  $T_{el} = 800 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$ ,  $J_g = 12 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$ ,  $J_m = 4 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$  e  $b = 0,1$ , determinar a máxima rigidez do acoplamento  $k_t$ , de modo que a aceleração angular da vibração torcional do rotor do gerador, quando operando em regime permanente em qualquer rotação da faixa de trabalho, não ultrapasse  $20 \cdot \text{rad/s}^2$ .



2ª Questão –

3ª Questão –