TMEC031 – VIBRAÇÕES MECÂNICAS – TRABALHO FINAL – 2019

– COMPORTAMENTO DINÂMICO DE UMA MÁQUINA-FERRAMENTA –

1) SISTEMA DE INTERESSE

Seja uma máquina-ferramenta, montada no primeiro andar de um edifício, como ilustrado na Figura 1(a) abaixo. Essa máquina é modelada como um sistema mecânico linear com 3 graus de liberdade, como indicado na Figura 1(b).

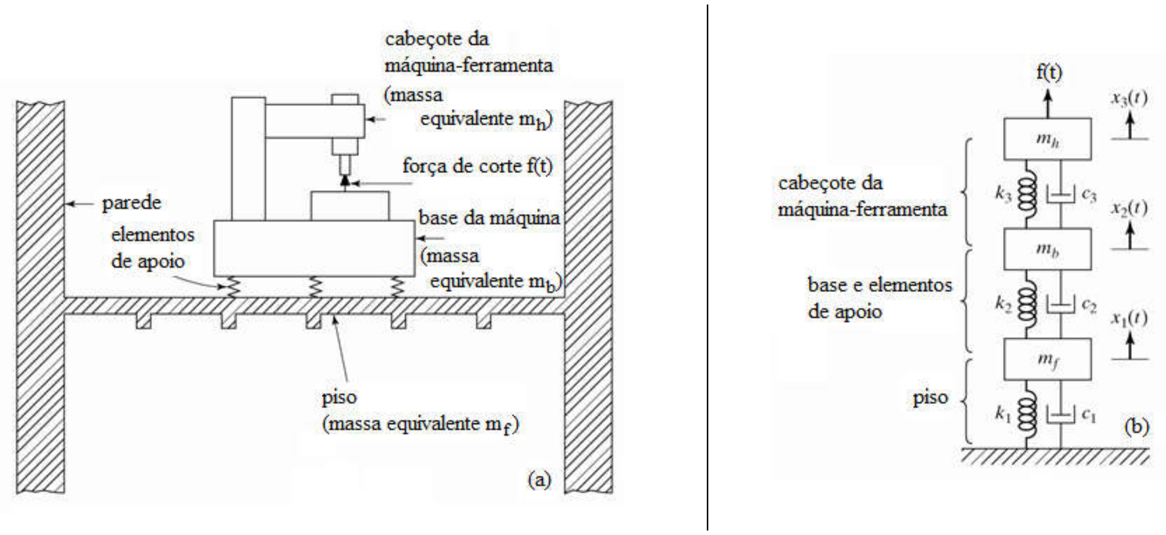

Figura 1: (a) Representação esquemática de máquina-ferramenta; (b) modelo analítico associado (fonte: Rao, 2009).

A equação matricial de movimento correspondente é dada por

$$\begin{bmatrix} m_f & 0 & 0 \\ 0 & m_b & 0 \\ 0 & 0 & m_h \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \\ \ddot{x}_3 \end{bmatrix}+\begin{bmatrix} c_1+c_2 & -c_2 & 0 \\ -c_2 & c_2+c_3 & -c_3 \\ 0 & -c_3 & c_3 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix}+\begin{bmatrix} k_1+k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2+k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ f(t) \end{bmatrix}$$

Já os parâmetros do sistema são os seguintes:

$$m_f = 8760 \text{ kg},\ m_b = 1752 \text{ kg},\ m_h = 350 \text{ kg},\ \ldots$$

$$\ldots\ k_1 = 8{,}76 \text{x} 10^5 \text{ N/m},\ k_2 = 8{,}76 \text{x} 10^4 \text{ N/m e } k_3 = 3{,}50 \text{x} 10^5 \text{ N/m}.$$

Assume-se, para o sistema em tela, que o amortecimento presente seja do tipo viscoso proporcional, com a relação entre as matrizes de amortecimento e rigidez sendo dada por $C = 0{,}005K$.

2) ATIVIDADES

2.1) Determinar numericamente, via MATLAB, as frequências naturais e os modos de vibrar do sistema, segundo a abordagem de análise modal.

2.2) Representar graficamente, via MATLAB, os modos de vibrar determinados.

2.3) Determinar, face à hipótese de amortecimento viscoso proporcional, as razões de amortecimento modal do sistema.

2.4) Determinar numericamente e representar graficamente, via MATLAB, as vibrações (deslocamentos) resultantes nos seguintes casos:

$$\text{(i)} \quad \mathbf{x}(0)=\begin{bmatrix} x_{10} \\ x_{20} \\ x_{30} \end{bmatrix} \text{ (mm)}, \quad \dot{\mathbf{x}}(0)=\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ (mm/s)}, \quad f(t)=0 \text{ (N)};$$

$$\text{(ii)} \quad \mathbf{x}(0)=\dot{\mathbf{x}}(0)=\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad f(t)=1000\text{sen}(\omega t) \text{ (N)}.$$

onde x_{10}, x_{20}, x_{30} e ω são fornecidos de forma particular para cada grupo.

2.5) Comentar os resultados obtidos no item 2.4.

2.6) Determinar numericamente e representar graficamente, via MATLAB, as receptâncias e as mobilidades do sistema, com base nos resultados obtidos anteriormente.

2.7) Estimar, a partir das funções resposta em frequência do sistema, as frequências naturais e as razões de amortecimento modal.

2.8) Comparar e discutir os resultados alcançados nos itens 2.1, 2.3 e 2.7.

3) APRESENTAÇÃO

O trabalho deverá ser apresentado de forma impressa e bem cuidada, contendo, no mínimo, as seguintes seções típicas: Introdução, Fundamentos Teóricos, Metodologia, Apresentação e Discussão dos Resultados e Conclusões. Poderá ainda haver a seção de Bibliografia.

DATA E HORA LIMITES PARA A ENTREGA DO TRABALHO: 24/06/2019, 17:00.

CONDIÇÕES INICIAIS E FREQUÊNCIAS DE EXCITAÇÃO

caso	deslocamento inicial (mm) (x_{10}, x_{20}, x_{30})	frequência de excitação (rad/s) (ω)
1	1º. modo de vibrar	0,5 x ω_{n1}
2	0,5 x (1º. modo de vibrar + 2º. modo de vibrar)	ω_{n1}
3	2º. modo de vibrar	0,5 x $(\omega_{n1} + \omega_{n2})$
4	0,5 x (2º. modo de vibrar + 3º. modo de vibrar)	ω_{n2}
5	3º. modo de vibrar	0,5 x $(\omega_{n2} + \omega_{n3})$
6	0,5 x (1º. modo de vibrar + 3º. modo de vibrar)	ω_{n3}
7	0,33 x (1º. modo + 2º. modo + 3º. modo)	1,5 x ω_{n3}
8	0,5 x (1º. modo + 2º. modo + 3º. modo)	2,0 x ω_{n3}
9	0,8 x (1º. modo + 2º. modo + 3º. modo)	3,0 x ω_{n3}
10	1º. modo + 2º. modo + 3º. modo	4,0 x ω_{n3}