Campinas, 24 de Junho de 2008

EM 504 – Mecanismos e Dinâmica das Máquinas

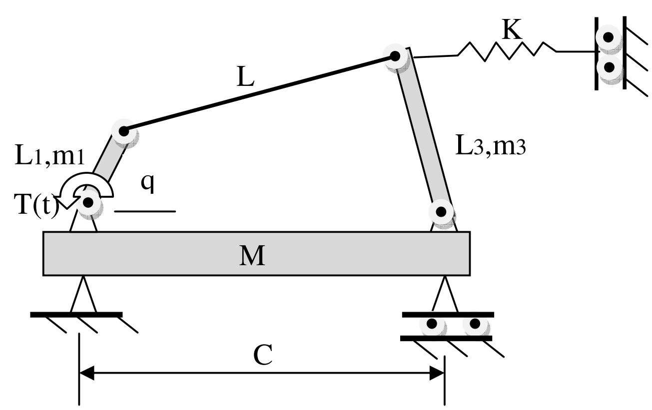
2ª Prova, 2° semestre de 2008

Turma A: Prof. Pablo Siqueira Meirelles   Turma B: Prof. José Roberto de França Arruda

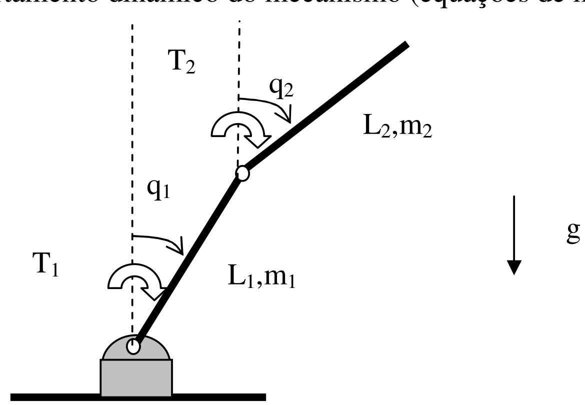
Observações: Prova sem consulta. Não é permitido o uso de calculadoras.

Questão 1: A figura em anexo mostra um mecanismo de 4 barras montado sobre uma base rígida de massa M. As demais barras podem ser assumidas também rígidas. A barra 1 (manivela de acionamento submetida a um torque T(t)) tem massa m_1, e a barra 3 tem massa m_3. A massa da barra de ligação pode ser desprezada. A mola ideal de constante K está no seu comprimento natural quando q = 0 e **mantém-se sempre horizontal durante o movimento**. Pede-se:

a) Obter a equação que rege o comportamento dinâmico do mecanismo.
b) Determinar as reações nos apoios que mantêm a base imóvel.



Questão 2: A figura mostra um mecanismo de dois graus de liberdade. Pede-se obter as equações diferenciais que regem o comportamento dinâmico do mecanismo (equações de movimento).



Questão 3: Pede-se responder as questões abaixo:

a) Se quisermos substituir um par de rodas dentadas engrenado por dois tambores ligados por um fio, quais os raios dos tambores em relação aos parâmetros da engrenagem? Desenhe um esquema.
b) Num came de seguidor plano deve-se projetar um perfil de deslocamentos. Que curva deve-se utilizar para as fases de subida e descida no caso de um came rápido? Por que razão?

c) No projeto de um came, no que implica um menor raio de curvatura?
d) Qual a diferença entre um trem de engrenagens simples e um composto?
e) Num par de rodas dentadas que devem engrenar, o que elas devem ter em comum? Qual deve ser, idealmente, o máximo divisor comum entre o número de dentes das duas? Por que razão?

RESUMO DE DINÂMICA DE MECANISMOS PLANOS

Cinemática

Posição: LVP $\boldsymbol{f}_x(\boldsymbol{s},q)=0; \boldsymbol{f}_y(\boldsymbol{s},q)=0$

Velocidades: $\{\dot{s}\}=[\boldsymbol{k}]\{\dot{\boldsymbol{q}}\} \Rightarrow [\boldsymbol{k}]=[\boldsymbol{J}]^{-1}\left[-\frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial \boldsymbol{q}}\right]$ onde $[\boldsymbol{J}]=\left[\frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial \boldsymbol{s}}\right]$ é a matriz Jacobiana.

Acelerações: $\{\ddot{s}\}=[\boldsymbol{k}]\{\ddot{\boldsymbol{q}}\}+\frac{d[\boldsymbol{k}]}{dt}\{\dot{\boldsymbol{q}}\}=[\boldsymbol{k}]\{\ddot{\boldsymbol{q}}\}+\sum_i \frac{\partial[\boldsymbol{k}]}{\partial q_i}\frac{dq_i}{dt}\{\dot{\boldsymbol{q}}\}=[\boldsymbol{k}]\{\ddot{\boldsymbol{q}}\}+\sum_i \dot{q}_i[\boldsymbol{L}_i]\{\dot{\boldsymbol{q}}\}$

Dinâmica 1GL - Eksergian: $\mathsf{I}(q)\ddot{q}+\mathsf{C}(q)\dot{q}^2+\frac{\partial V}{\partial q}=Q^{nc}$

Inércia generalizada: $I(q)=\{K_v\}^T[M]\{K_v\}+\{K_\omega\}^T[I_{CG}]\{K_\omega\}$

Coeficiente Centrípeto: $C(q)=\frac{1}{2}\frac{dI(q)}{dq}$

Força generalizada: $Q^{nc}=\sum_i F_i K_{ri}+\sum_j C_j K_{Aj}$

Dinâmica NGL – Lagrange: $\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial\{\dot{q}_j\}}-\frac{\partial T}{\partial\{q_j\}}+\frac{\partial V}{\partial\{q_j\}}=\{Q_j^{nc}\}$

$$T=\frac{1}{2}\sum_i M_i\{v_{CGi}\}^T\{v_{CGi}\}+\frac{1}{2}\sum_j\{\omega_j\}^T[I_{CGj}]\{\omega_j\}=\frac{1}{2}\{\dot{q}\}^T[K_C]^T[M][K_C]\{\dot{q}\}$$

$$\{Q_j^{nc}\}=[K_x]^T\{F_i\}$$

$$\frac{\partial T}{\partial q_j}=\frac{1}{2}\{\dot{q}\}^T([L_j]^T[M][K_c]+[K_c]^T[M][L_j])\{\dot{q}\}=\{\dot{q}\}^T[N_j]\{\dot{q}\}$$

$$\frac{\partial T}{\partial\{\dot{q}\}}=[K_C]^T[M][K_C]\{\dot{q}\}...; \qquad \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial\{\dot{q}\}}=[K_C]^T[M][K_C]\{\ddot{q}\}+\sum \dot{q}_i\,(2[N_i])\{\dot{q}\}$$

Forças internas:

$\sum\vec{F}=M.\vec{a}_{CG}$; $\sum\vec{C}=\dot{\overrightarrow{H_{CG}}}$

Somente reações:

$$\sum\vec{F}+\vec{R}=\sum M_i\,\vec{a_i}$$

$$\sum\vec{C}+\overrightarrow{M_{RO}}=\dot{\overrightarrow{H_O}}=\frac{d}{dt}\sum[M_i\,(x_{Ci}\dot{y}_{Ci}-y_{Ci}\dot{x}_{Ci})+I_i\dot{A}_i]$$