Resolução do exercício (1) da lista.

(1) $$U(t) - K_1(x-q) - B_1\left(\frac{dx}{dt}-\frac{dq}{dt}\right) = M_1\frac{d^2x}{dt^2}$$

(2) $$K_1(x-q) + B_1\left(\frac{dx}{dt}-\frac{dq}{dt}\right) - K_2\cdot q - B_2\frac{dq}{dt} = M_2\frac{d^2q}{dt^2}$$

entrada é $U(s)$

saída é $Q(s)$

Variáveis monitorados $\dot{Q}(s)$ e $\dot{X}(s)$.

$$X(s) = \frac{\dot{X}(s)}{s} \quad . \quad \frac{\ddot{X}(s)}{s} = \dot{X}(s). \Rightarrow \ddot{X}(s) = s\,\dot{X}(s).$$

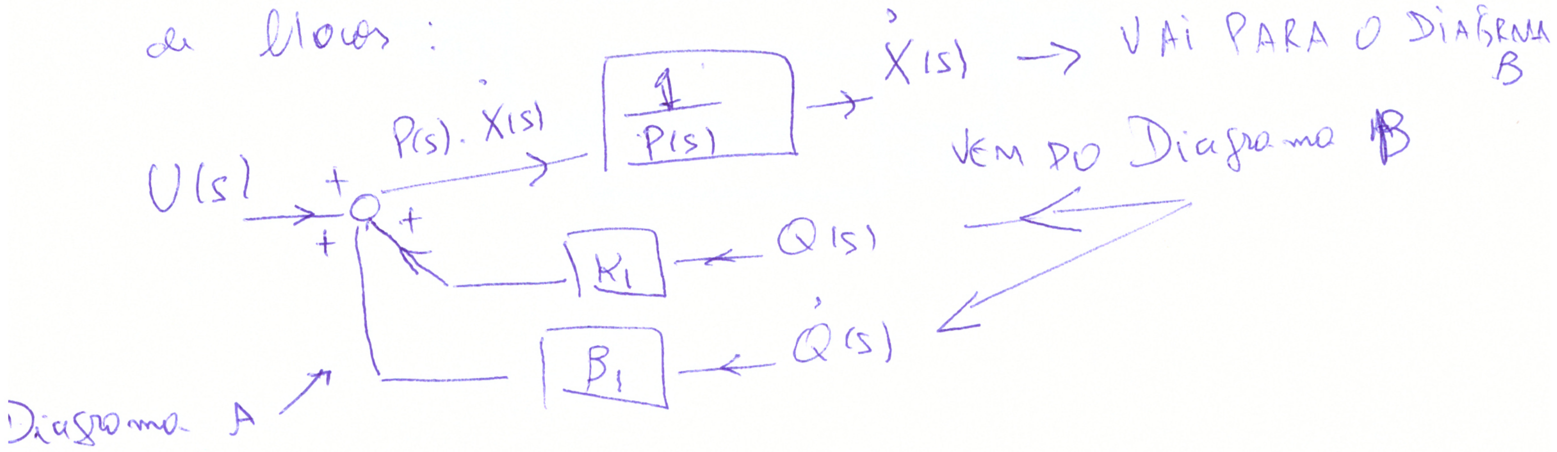
Portanto, de (1) temos:

$$U(s) - K_1\left(\frac{\dot{X}(s)}{s} - Q(s)\right) - B_1\left(\dot{X}(s) - \dot{Q}(s)\right) = s M_1 \dot{X}(s)$$

Colocando $\dot{X}(s)$ em evidência:

$$U(s) + K_1\cdot Q(s) + B_1.\dot{Q}(s) = \overbrace{\left(\frac{K_1}{s} + B_1 + sM_1\right)}^{P(s).}\dot{X}(s).$$

Desta equação temos o seguinte diagrama de blocos:



Da 2ª equação tiramos $\dot{Q}(s)$ em função de $\dot{X}(s)$. Usando a transformada de Laplace e a propriedade da derivada, obtemos:

$$K_1\left(\dot{X}(s) - \frac{\dot{Q}(s)}{s}\right) + B_1\left(\dot{X}(s) - \dot{Q}(s)\right) - K_2\frac{\dot{Q}(s)}{s}$$

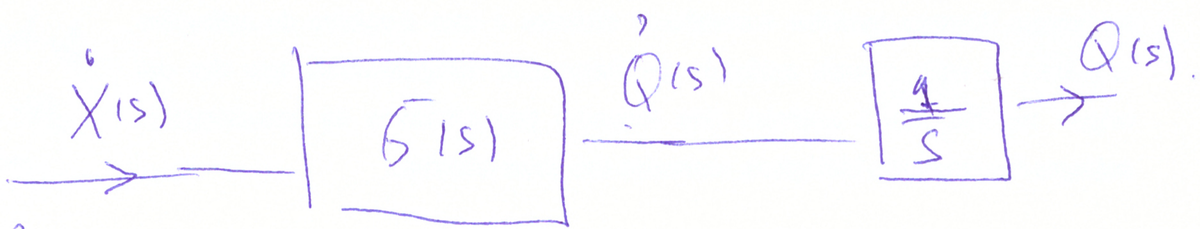
$$- B_2\,\dot{Q}_2(s) = s M_2\,\dot{Q}(s).$$

Colocando $\dot{Q}_2(s)$ e $\dot{X}(s)$ em evidência, temos:

$$\dot{X}(s)\left(K_1 + B_1\right) = \dot{Q}(s)\left(B_1 + \frac{K_2}{s} + B_2 + sM_2\right).$$

$$\frac{\dot{Q}(s)}{\dot{X}(s)} = \frac{K_1 + B_1}{B_1 + \frac{K_2}{s} + B_2 + sM_2} = G(s)$$

Portanto obtemos o diagrama B:



em do Diagrama A.

Diagrama B.