



Instituto Politécnico do Porto  
Instituto Superior de Engenharia  
Departamento de Engenharia Electrotécnica  
Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores



Disciplina: Teoria dos Sistemas

Turma: \_\_\_\_\_

Data: 03/Abril/2009

Aluno N.º: \_\_\_\_\_ Nome: \_\_\_\_\_

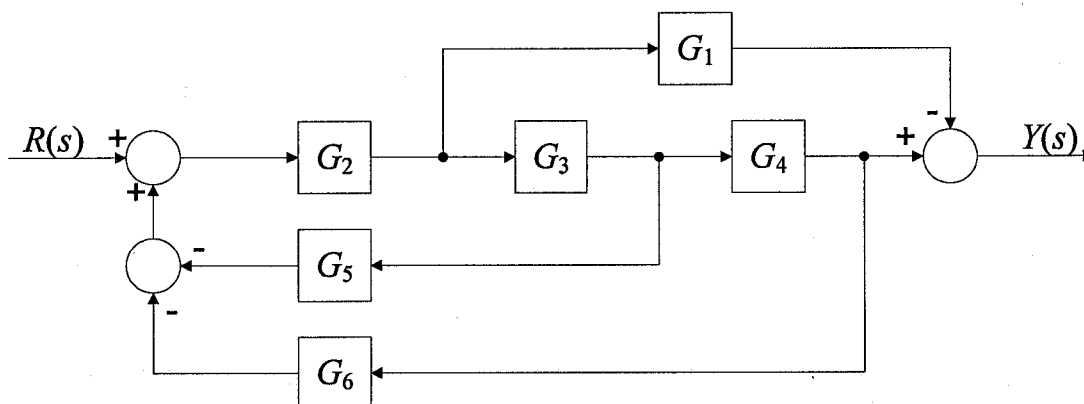
É obrigatória a apresentação de documento de identificação com fotografia sempre que o docente encarregado da vigilância da prova o solicitar

A prova é sem consulta.

Não é permitida a utilização de máquina de calcular e telemóvel.

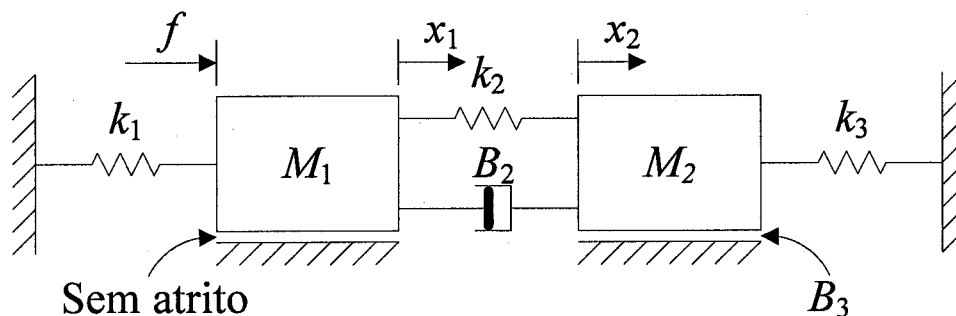
A duração da prova é de 30 min

1. Considere o seguinte diagrama de blocos de um sistema de controlo.



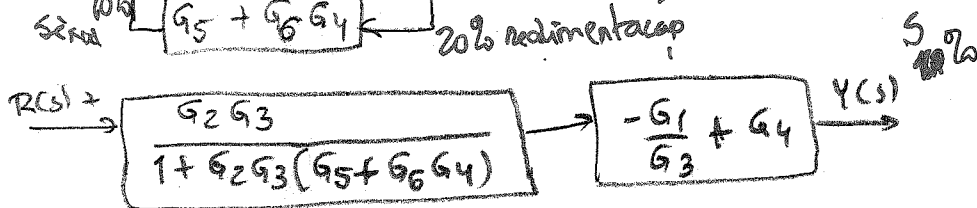
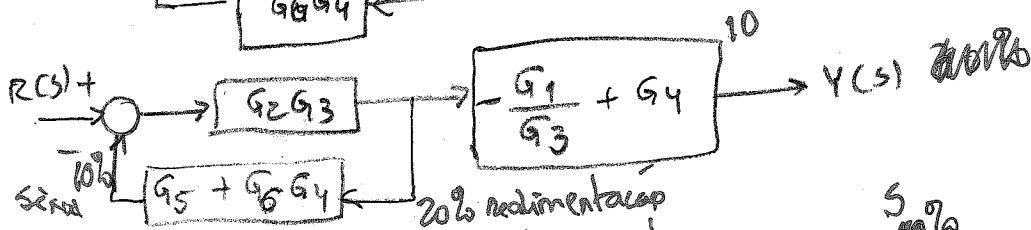
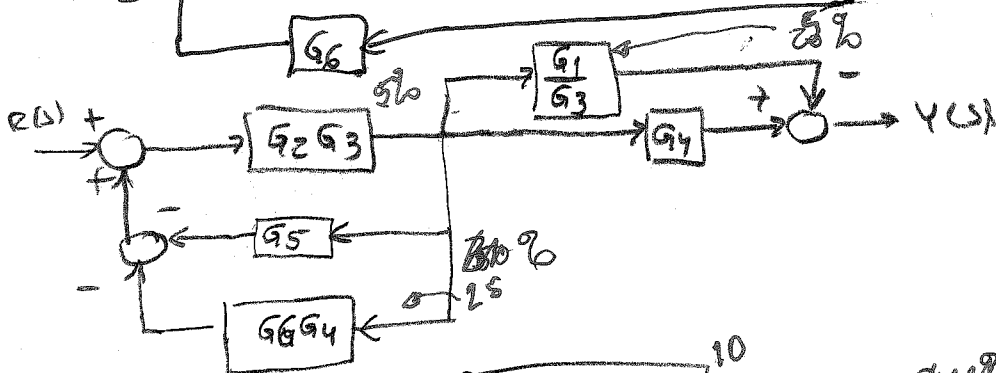
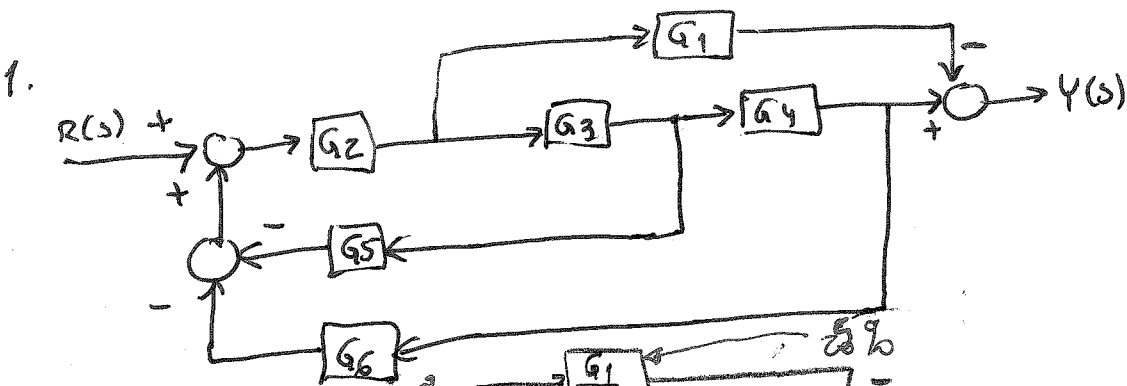
Simplifique o diagrama de blocos de modo a obter a Função de Transferência do sistema  $G(s) = Y(s)/R(s)$ . Indique claramente todos os passos seguidos.

2. Considere o sistema mecânico de translação representado na figura seguinte.

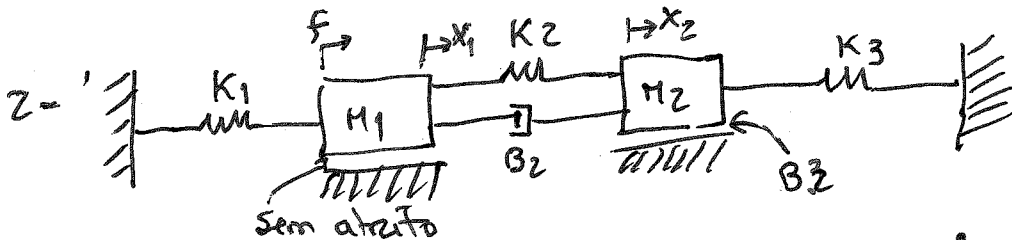


- Escreva as equações dinâmicas que descrevem o comportamento do sistema.
- Determine a Função de Transferência  $G(s) = X_2(s)/F(s)$  do sistema.

1.



$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_2 G_3}{1 + G_2 G_3 (G_5 + G_6 G_4)} \cdot \left[ -\frac{G_1}{G_3} + G_4 \right]$$



a) 
$$\begin{cases} F(t) = M_1 \ddot{x}_1 + K_1 x_1 + K_2 [x_1 - x_2] + B_2 [\dot{x}_1 - \dot{x}_2] \\ 0 = M_2 \ddot{x}_2 + B_2 \dot{x}_2 + K_3 x_2 + K_2 [x_2 - x_1] + B_2 [\dot{x}_2 - \dot{x}_1] \end{cases}$$

① 
$$F(s) = s^2 M_1 x_1 + K_1 x_1 + K_2 [x_1 - x_2] + s B_2 [x_1 - x_2]$$
  
 ② 
$$0 = s^2 M_2 x_2 + s B_2 x_2 + K_3 x_2 + K_2 [x_2 - x_1] + s B_2 [x_2 - x_1]$$

b) So ②:

$$x_1(s) = \frac{s^2 M_2 + s B_2 + K_3 + K_2 + s B_2}{(K_2 + s B_2)} x_2(s) \quad \text{substituindo em ①}$$

$$F(s) = \frac{s^2 M_2 + s B_2 + K_3 + K_2 + s B_2}{(K_2 + s B_2)} x_2(s) \left[ s^2 M_1 + K_1 + K_2 + s B_2 \right] - [K_2 + s B_2] x_2(s)$$

$$F(s) = x_2(s) \left[ \frac{s^2 M_2 + s B_2 + K_3 + K_2 + s B_2}{(K_2 + s B_2)} [s^2 M_1 + K_1 + K_2 + s B_2] - [K_2 + s B_2] \right]$$

$$\frac{x_2(s)}{F(s)} = \frac{(K_2 + s B_2)}{[s^2 M_2 + s B_2 + K_3 + K_2 + s B_2] [s^2 M_1 + K_1 + K_2 + s B_2] - [K_2 + s B_2]^2}$$