

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VICOSA – UFV**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - DEL**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**2ª PROVA DE SISTEMAS DE CONTROLE I – ELT 330**

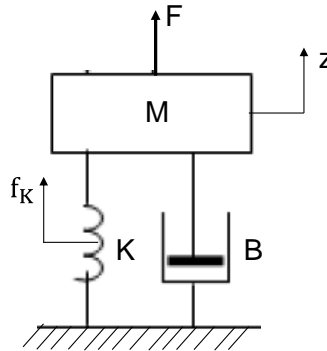
**VALOR: 35 PONTOS**

(Prof. Tarcísio Pizziolo)

**ALUNO:** \_\_\_\_\_ **Matr.:** \_\_\_\_\_ **DATA:** 08/04/2021

**QUESTÕES**

**1) (10 pts)** Seja o sistema massa-mola-amortecedor a seguir onde  $F$  é a força vertical aplicada na massa  $M$ ,  $K$  é o coeficiente de elasticidade da mola,  $B$  é o coeficiente de atrito viscoso do amortecedor,  $f_K$  é a força exercida na mola e  $z$  é o deslocamento vertical da massa.



Considerando como entrada a força vertical  $F$  e como saídas o deslocamento vertical  $z$  da massa  $M$  e a força exercida na mola  $f_K$ :

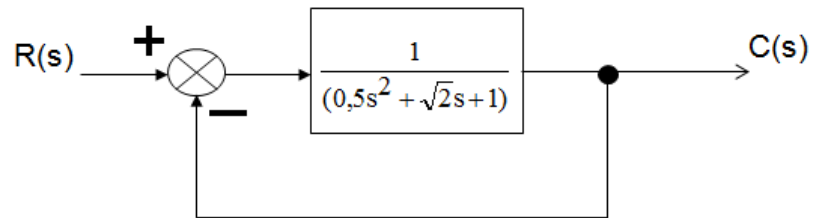
- (3 pts) representar o sistema sob Equações de Espaço de Estados.
- (3 pts) determinar a Matriz de Transferência  $G(s)$  para valores de  $M = 1$  kg,  $K = 1$  N/m e  $B = 1$  N.s/m.
- (3 pts) discretizar as Equações de Espaço de Estados para um tempo de amostragem  $T = 1$  s com os valores de  $M$ ,  $K$  e  $B$  do item anterior.
- (1 pt) quais são os valores do deslocamento  $z$  da massa e da força  $f_K$  da mola para  $t = 2$  s quando for aplicada uma força  $F$  igual a um degrau unitário de 1 N considerando condições iniciais nulas?

**2) (10 pts)** Um sistema dinâmico linear é descrito pelas seguintes equações de espaço de estados com condições iniciais dadas.

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{y} &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{u} \quad ; \quad \mathbf{x}(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}\end{aligned}$$

Determinar a saída contínua  $y_1(t)$  quando este sistema for submetido a uma entrada degrau unitário em  $u_1$  e zero na entrada  $u_2$ .

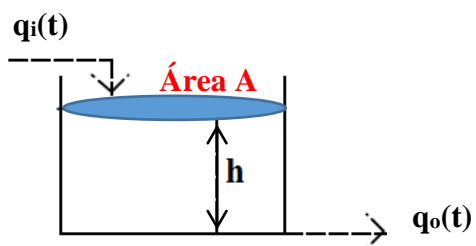
3) (10 pts) Seja o sistema de controle dado pelo diagrama de blocos a seguir.



Aplicando uma entrada degrau unitário em  $R(s)$ , determine para  $c(t)$ :

- a) (2 pt) o tempo de subida  $t_r$ .
- b) (2 pt) o tempo de pico  $t_p$ .
- c) (2 pt) o sobressinal máximo  $M_p$ .
- d) (2 pt) o tempo de acomodação  $t_s$  para 2%.
- e) (2 pt) o gráfico de resposta com suas especificações determinadas.

4) (5 pts) O reservatório dado a seguir possui vazão de saída dada pela relação  $q_0 = kh^{0.5}$  m.



Considerando a área de seção reta A do reservatório igual a  $1 \text{ m}^2$  e a constante de vazão de saída k igual a  $\sqrt{2} \text{ m}^{2.5}/\text{s}$ , determinar a resposta no domínio do tempo para a variação da altura h deste sistema operando próximo a uma altura  $h_o = 2 \text{ m}$  quando a vazão de entrada  $q_i(t)$  for igual a um degrau  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ .