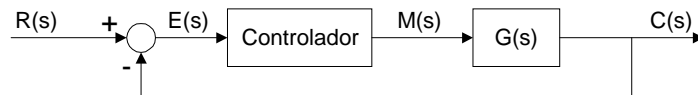


1.



Na figura anterior está representado um sistema de controlo de um processo cuja Função de Transferência é:

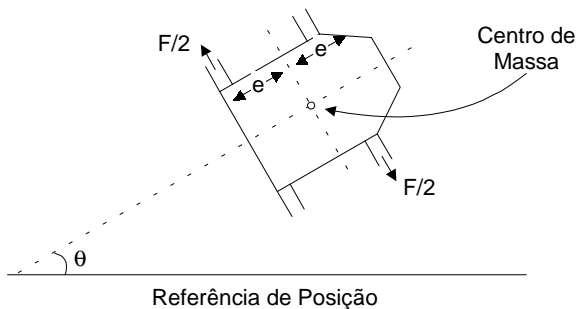
$$G(s) = \frac{40}{10s^2 + 80s + 800},$$

sendo o controlador do tipo PID:

$$m(t) = 20 \left[ e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right]$$

- Admitindo que não existe acção integral ( $1/T_i=0$ ), calcular  $T_d$  de modo que o amortecimento do sistema realimentado seja unitário.
- Para o valor de  $T_d$  calculado, determinar o valor máximo de  $1/T_i$  de modo a manter o sistema estável.

2. A figura seguinte é o esquema de um sistema de controlo de posição de um satélite.



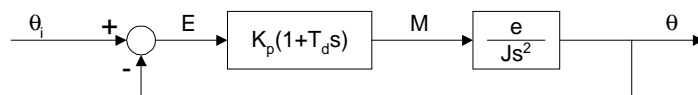
Sendo:

$2e$  - comprimento do satélite;

$J$  - momento de inércia;

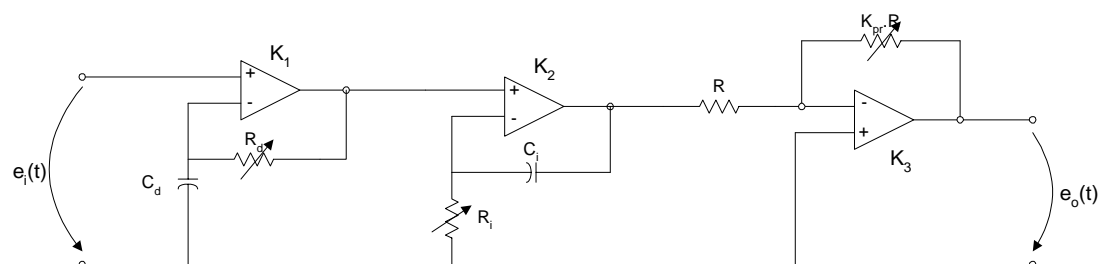
$F/2$  - força de reacção produzida por cada foguete.

Supor que o controlador é de tipo PD.



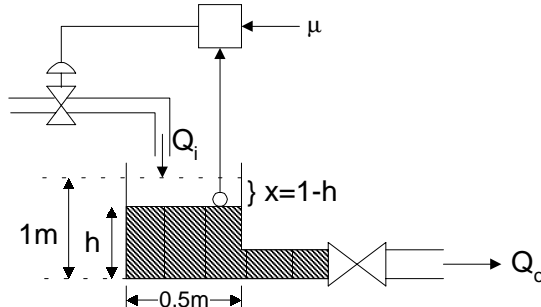
Determine o valor da constante de tempo  $T_d$ , de modo que  $\zeta=0.7$ .

3. Considere o controlador apresentado na figura seguinte:



- Que tipo de acção de controlo produz o controlador indicado?
- Em que condições poderia este controlador estabilizar o controlo de posição de uma massa de inércia ( $T(s)=Js^2\theta(s)$ )?

4. Considere o seguinte sistema de controlo de nível de um tanque cilíndrico:



O caudal da entrada é comandado por um controlador através da relação:

$$Q_i(t) = 0.125 \left[ x(t) + \int_0^t x(\tau) d\tau \right], t \geq 0$$

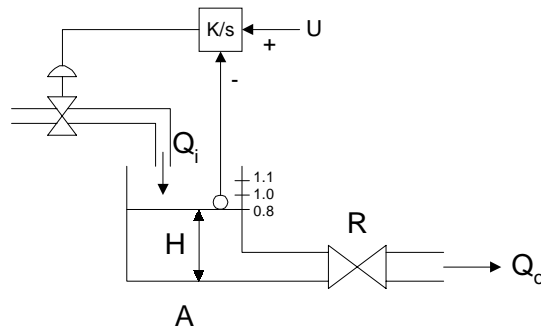
sendo  $x(t)$  o desnível em metros relativamente ao valor desejado de 1m.

Considerar que a válvula de saída foi bruscamente aberta, em  $t=0$ , estando o sistema em repouso ( $h=1$ ,  $q_o=0$ ), originando um caudal de saída  $q_o(t)=0.01 \cdot h(t)$  m<sup>3</sup>/s. Considere ainda que  $q_i(t)-q_o(t)=A \cdot (dh(t)/dt)$ .

Nestas condições determinar:

- A expressão de  $x$  em função do tempo.
- A altura do líquido no tanque, em regime estacionário. Justifique.

5. O sistema apresentado na figura seguinte viu a sua referência ser ajustada para o valor 1m.



Considere que a acção do controlador (acção integral) é a seguinte:  $Q_i(s) = \frac{K}{s} [U(s) - H(s)]$  sendo a

Função de Transferência do tanque:  $\frac{H(s)}{Q_i(s)} = \frac{1}{s \cdot A + 1/R}$

Sendo:

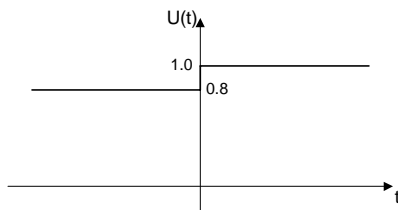
$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$K = 0,1$$

$$R = 9,88 \text{ s/m}^{-2}$$

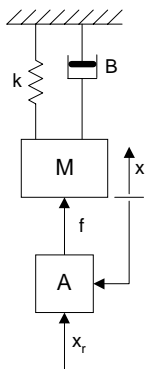
- Qual a frequência natural e qual o coeficiente de amortecimento do sistema?

b) Qual a sua resposta temporal ao seguinte sinal de entrada:



c) Reduzir o ganho para metade e voltar a calcular  $\zeta$ ,  $\omega_n$ ,  $t_r$ ,  $t_s$ .

6. O controlador (proporcional) do sistema de controlo de posição da figura apresentada abaixo fornece uma força  $F=A(x_r-x)$ .



Sendo:

$$M = 1 \text{ Kg};$$

$$A = 5$$

$$K = 2 \text{ Nm}^{-1}$$

- Desenhar o Lugar Geométrico de Raízes do sistema com  $B$  como parâmetro.
- Determinar  $B$  de modo que o sistema não oscile.