

1ª Lista de Exercícios

1. Desenhe o fluxograma de processos que representem o funcionamento de um chuveiro elétrico e de um chuveiro com aquecimento a gás. Quais as variáveis perturbações possíveis? Quais as variáveis resposta? Considerando que queremos modelar o comportamento da temperatura da água do chuveiro, quais as possíveis variáveis externas?

2. (VALDMAN et al, 2008) A função abaixo descreve a vazão de escoamento turbulento através de uma válvula de abertura fixa, determine a função linearizada correspondente.

$$F = k_v \sqrt{H}$$

3. (VALDMAN et al, 2008) Dado o modelo dinâmico para um determinado processo, na equação abaixo, obtenha uma nova expressão linearizada e utilizando o conceito de *variáveis desvio*.

$$F(t)Ca_0 - F(t)Ca(t) - kVCa(t) = V \frac{dCa(t)}{dt}$$

em que: $k = \text{cte.}; V = \text{cte.}; Ca_0 = \text{cte.};$

$F(t) =$ variável externa;

$Ca(t) =$ variável dependente;

$F_r =$ valor de regime para $F(t)$;

$Ca_r =$ valor de regime para $Ca(t)$.

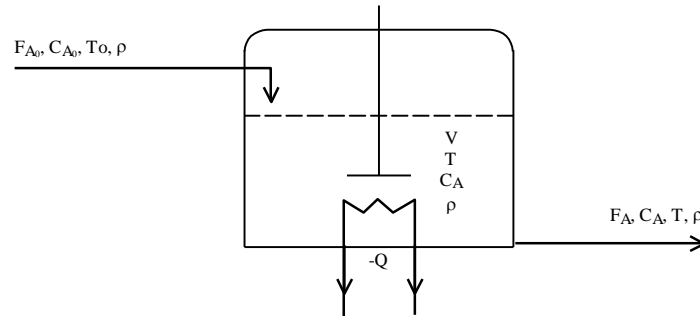
4. Um tanque de nível cilíndrico com 2m de diâmetro possui uma válvula de controle (com coeficiente de vazão igual a $0,4 \text{ m}^{5/2}/\text{h}$) na corrente de saída do processo. O fluido de processo é a água e, em condições de regime, a densidade pode ser considerada constante, a vazão de entrada do tanque é de 300 kg/h e a abertura da válvula é igual a $0,5$. Determine um modelo linearizado que represente o comportamento dinâmico do nível em função das perturbações possíveis, sabendo que a vazão de saída pode ser escrita conforme a equação abaixo:

$$F(t) = C_v X_v(t) \sqrt{H(t)}$$

em que: C_v é o coeficiente da válvula [$\text{m}^{5/2}/\text{h}$]; $H(t)$ é o nível do tanque [ft];

$F(t)$ é a vazão de saída do tanque [m^3/h]; $X_v(t)$ é a abertura da válvula de controle [adim.].

5. (VALDMAN et al, 2008) Dado um modelo dinâmico não linear para o reator químico abaixo, onde A é o reagente, obtenha as equações diferenciais linearizadas correspondentes para as duas variáveis dependentes $C_A(t)$ e $T(t)$, considerando $T_0(t)$ e $C_{A0}(t)$ como variáveis externas variando com o tempo. Considere densidades constantes e reação exotérmica com cinética de primeira ordem ($K.C_A(t)$), em que a taxa de reação é constante).



6. A modelagem de um tanque pressurizado apresentou o seguinte sistema de equações, definidas em função das forças que atuam no processo:

$$C \frac{dP_3(t)}{dt} = F_1(t) + F_2(t) - F_3(t) - F_4(t)$$

$$F_1(t) = k_1[P_1(t) - P_3(t)]$$

$$F_2(t) = k_2[P_2(t) - P_3(t)]$$

$$F_3(t) = k_3[P_3(t) - P_4(t)]$$

$$F_4(t) = k_4[P_3(t) - P_5(t)]$$

Em que $F = [M.L/t^2]$, $k_i = [L^2]$, $C = [L^2]$

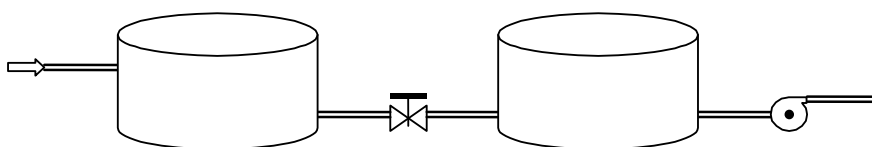
- Quais são as possíveis variáveis perturbação, resposta e os parâmetros deste modelo ?
- Obtenha um modelo linearizado do processo em variáveis desvio, que represente o comportamento da variável resposta, considerando apenas perturbações em P_1 .

7. Um tanque de armazenamento de álcool possui uma vazão de entrada (F_1) e uma vazão de saída (F_2). Na corrente de saída foi instalada uma válvula e a vazão volumétrica de saída varia conforme a equação $F = H(t)/R$ (R é uma constante com unidades h/m^4). Obtenha o modelo linearizado e em variáveis desvio que descreve efeitos transientes no nível (H), considerando a possibilidade de variações súbitas na vazão de alimentação. Todas as correntes são quantificadas em vazões volumétricas. Considere que a densidade do álcool é constante e que o tanque cilíndrico possui uma seção reta constante de $10m^2$. A vazão de saída e o nível H em regime estacionário inicial são iguais a 100 l/min e 2m, respectivamente.

8. Um tanque pulmão de um corante vermelho possui uma vazão de entrada (F_1) e uma vazão de saída (F_2). Na corrente de saída foi instalada uma bomba e a vazão de saída varia em função da velocidade de rotação da bomba ($Q_2 = K.v(t)$, em que K vale $55 \text{ l}/(\text{h.rpm})$ e $v(t)$ é a velocidade de rotação da bomba em rpm. Esta vazão é comandada externamente pela demanda de fornecimento de corante. Considere que a densidade do corante é constante e que o tanque cilíndrico possui uma seção reta constante de 10m^2 . A vazão de saída e o nível H em regime estacionário inicial são iguais a $100 \text{ l}/\text{min}$ e 2m respectivamente. Todas as corrente são quantificadas em vazões volumétricas.

- Quais são a(s) variável(is) perturbação, resposta(s) e os parâmetros deste modelo ?
- Obtenha o modelo linearizado e em variável desvio que descreve efeitos transientes no nível (H) para as possíveis perturbações, considerando as condições descritas abaixo:
 - A vazão de entrada é constante.
 - Vazão de alimentação passa subitamente de 100 a $150 \text{ l}/\text{min}$.

9. (VALDMAN et al, 2008) Para o sistema de tanques de armazenamento de álcool mostrado na figura abaixo, obtenha um modelo simplificado que possa descrever efeitos transientes nas alturas dos dois níveis H_1 e H_2 em resposta a variações na vazão mássica de alimentação (F_1) e na vazão mássica de descarga final (F_2), respectivamente. Considere os dois tanques cilíndricos de seção reta constante, com densidade constante ρ , e que a vazão F_2 varia em função da velocidade de rotação da bomba ($F_2 = K.v(t)$, em que K é uma constante ($\text{kg}^3/(\text{h.rpm})$) e $v(t)$ é a velocidade de rotação da bomba em rpm) na linha de descarga comandada externamente pela demanda de fornecimento de álcool.



10. (Exercícios do Seeborg et al, Capítulo 2)