

2ª Lista de Exercícios

1. A função de transferência abaixo representa o comportamento da concentração do reagente A em um reator, medida em g/l, em relação a vazão de entrada do reator. Considerando que o processo sofreu um degrau unitário (degrau de amplitude = 1) na vazão de entrada e que antes da perturbação os valores de regime da variável resposta e da variável perturbação eram de 20g/l e 10kg/h, respectivamente. Obtenha a função no domínio do tempo que represente a resposta da concentração do reagente A para esta perturbação.

$$\frac{\hat{Y}(s)}{\hat{X}(s)} = \frac{2}{(0,125s^2 + 0,75s + 1)}$$

2. A função apresentada abaixo foi proposta pela equipe de engenharia como sendo o comportamento da temperatura de saída de um sistema de aquecimento em série para uma dada perturbação na temperatura de alimentação.

$$\hat{Y}(s) = \frac{2}{s^2(0,2s + 1)}$$

- Qual o tipo de perturbação foi aplicada?
 - Qual a característica do comportamento do processo ?
 - Este sistema é fisicamente realizável ? O processo atingirá um novo estado estacionário ? Justifique.
 - Obtenha a função em variável desvio no domínio do tempo para esta função.
3. Um tanque de nível cilíndrico, com raio igual a 2m, apresenta uma corrente de entrada e uma corrente de saída. Em um dia de operação normal, a densidade do fluido é constante, a vazão de entrada é de 10m³/min e o nível do tanque é igual à 5m. Considerando que o escoamento é laminar (vazão de saída = h/R₁) e que processo foi submetido a uma perturbação degrau positiva de 25% na vazão de entrada, determine:
- A função que representa o comportamento do nível do tanque com o tempo.
 - Qual o valor do nível no novo estado estacionário?
 - No dia seguinte, o fluido foi trocado por um fluido de maior densidade e as condições de regime inicial foram reestabelecidas (vazão de 10m³/min e o nível igual à 5m). Ao aplicar o mesmo degrau, qual o valor do novo estado estacionário ?
4. Um misturador possui duas correntes de entrada de soluções diluídas de açúcar em água gerando uma corrente de saída. As vazões são medidas em L/h e a concentração em g/L). O equipamento foi projetado para manter o volume em 10L.
- Quais as possíveis variáveis externas e variáveis independentes do sistema?
 - Encontre os possíveis modelos em variável desvio.
 - Quais as funções de transferência em variável desvio da concentração de açúcar na saída em relação à concentração de açúcar na corrente de alimentação 1 e da concentração de água na saída em relação à concentração de água na corrente de alimentação da entrada 2?
 - Considerando uma perturbação degrau de amplitude 0,4 na vazão de alimentação da corrente 1, encontre a concentração de açúcar final no novo estado estacionário. Valores no estado estacionário antes da perturbação (F1=4L/h; F2=4L/h; C1=2g/L; C2=1g/L)

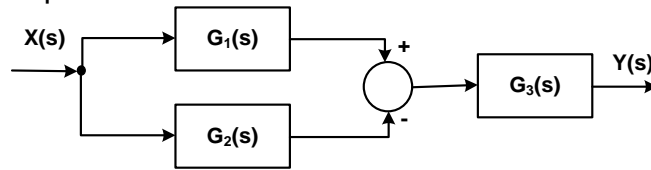
5. Considerando que as funções abaixo, no domínio s (unidades: F – L/min; H – ft; C – g/L; P – Pa; Q – kg/h) tem significado físico:

$$1. F(s) = \frac{20}{s} \quad 2. \frac{H(s)}{F(s)} = \frac{3}{10s+1} \quad 3. \frac{P(s)}{F(s)} = \frac{K_1}{0,2s^2+0,95s+1}$$

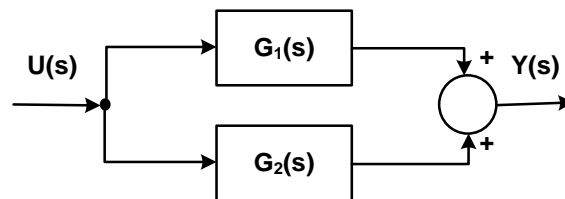
$$4. \frac{C(s)}{F(s)} = \frac{10}{(5s+1)^5} \quad 5. \frac{H(s)}{Q(s)} = \frac{3}{0,2s+1} \cdot \frac{2}{s+2,5}$$

- a. Descreva o que cada função representa para dinâmica de processos.
- b. Determine as unidades de todas as constantes

6. (Engenheiro de processamento jr/Petrobras 2010/2) Escreva a Função de transferência global para o diagrama de blocos apresentado abaixo:



7. (Engenheiro de processamento jr/Petrobras 2010/1) O diagrama de blocos foi desenvolvido conforme apresentado abaixo. As funções G_i representam etapas de processo com características de sistemas de 1ª ordem, onde G_1 possui com ganho igual a 1 e uma constante de tempo igual a 1 e G_2 possui um ganho igual a 2 e constante de tempo igual a 5.



- a. Qual a função de transferência que representa o comportamento de $Y(s)$ em função de perturbações em $U(s)$?
- b. Qual a ordem do polinômio em s do numerador e do denominador ?
- c. Considerando uma perturbação degrau de amplitude 5, obtenha a equação em domínio de tempo que represente o comportamento da resposta do processo.

8. (Valdman et al., 2008) Desenhe o diagrama de blocos global para o sistema de Funções de transferência abaixo e obtenha a Função de Transferência que representa a resposta em desvio, no domínio s , de H para perturbações em F e H_s .

$$\hat{H}(s) = G_1 \hat{F}(s) - G_2 \hat{X}(s)$$

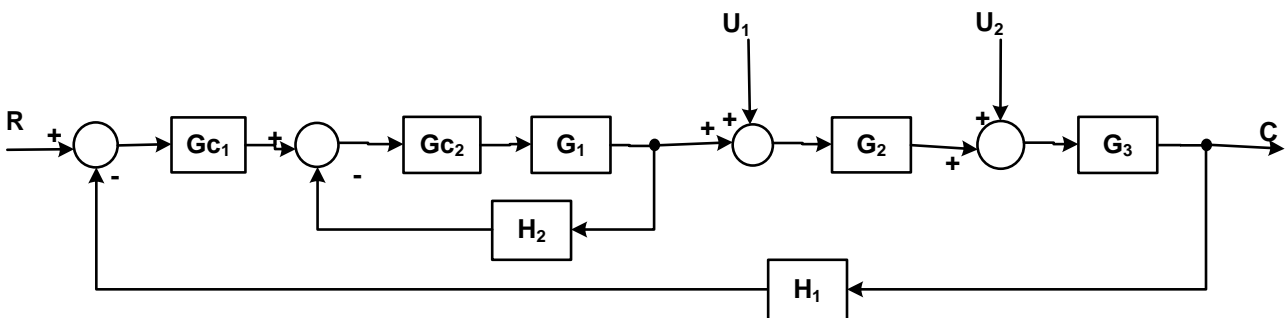
$$\hat{H}_m(s) = G_3 \hat{H}(s)$$

$$\hat{E}(s) = \hat{H}_s(s) - \hat{H}_m(s)$$

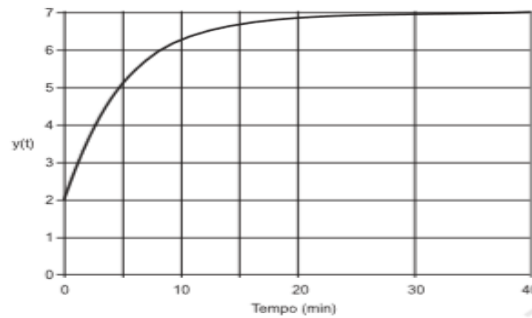
$$\hat{X}(s) = G_4 \hat{E}(s)$$

9. (Engenheiro de processamento jr/Petrobras 2006) A partir do digrama de blocos abaixo, escreva as equações que representam a seguintes funções de transferência:

- a. C/U_1
- b. C/U_2
- c. C/R



10. (Engenheiro de processamento jr/Petrobras 2010/2) A figura abaixo representa a resposta do nível de um tanque cilíndrico (em metros) a uma perturbação degrau de magnitude 2 na vazão de saída (L/min), a partir de um instante em que o processo estava em regime permanente. Qual a função de transferência do processo ?



11. (VALDMAN et al, 2008) Um manômetro tipo tubo em U, usado para medir pressão diferencial em placa de orifício, pode ter seu comportamento dinâmico descrito pela equação abaixo:

$$\left(\frac{L}{2g}\right) \cdot \left[\frac{d^2h(t)}{dt^2}\right] + (16L u/\rho g D) \left[\frac{dh(t)}{dt}\right] + h(t) = \Delta P(t)/2\rho g$$

Simule o comportamento dinâmico da altura diferencial $h(t)$ do fluido de enchimento do manômetro para as duas variações consideradas abaixo e para os três manômetros dados em (a), (b) e (c), considerando que a pressão diferencial aplicada $\Delta P(t)$ varia de repente como um degrau de 2.

Manômetros:

- D: diâmetro do tubo = 0.5cm; u : viscosidade do fluido = 0.01g/cm.s; ρ : densidade do fluido = 1.0g/cm³; L: comprimento total da coluna = 200cm;
 - Mesmo fluido e coluna, mas com diâmetro do tubo o dobro do anterior;
 - Mesmo tubo em U e coluna, mas com fluido de enchimento de densidade triplicada.
12. (VALDMAN et al, 2008) Um termômetro de mercúrio, inicialmente à temperatura ambiente, é colocado num banho termostático. A coluna de Hg começa a aumentar lentamente e logo indica uma subida linear constante de 1°C/min, sendo que após 30min a temperatura marcada é de 67°C. Obtenha um modelo dinâmico que possa descrever a leitura do termômetro e mostre como pode ser estimada a temperatura real do banho neste mesmo instante. Qual seria então o erro dinâmico do termômetro? Considere a parede de vidro desprezível para efeitos de transferência de calor e o volume inicial de Hg no bulbo como sendo de 1cm³.
13. (VALDMAN et al, 2008) Um reator contínuo de mistura completa processa uma reação química de cinética de primeira ordem com constante de velocidade de reação determinada como sendo 12hr⁻¹. O reator opera a volume constante de 100l, com uma vazão de carga de alimentação de 40l/hr e uma composição do reagente de 6Kgmol/l. Analise a variação dinâmica de conversão do reagente, em termos da sua composição na saída do reator, quando a composição do reagente na carga sofre repentinamente uma queda para 4.5Kgmol/l. Qual é a composição final de equilíbrio, em novo regime estacionário, atingida na saída do reator após esta variação? Qual é o erro relativo na composição final do produto obtido, em relação ao valor antes da variação, considerando que cada mol de reagente produz um mol de produto?