

SEGUNDA LISTA 2023

Considere o sistema de controle de uma máquina de usinagem de controle numérico, representado no esquema abaixo. A velocidade de corte desejada é representada através de uma tensão de referência, $V_{yR}(s)$. A mesma é comparada com a tensão gerada por um sensor de velocidade de ganho k_v . Um circuito baseado em um amplificador operacional, implementa um ganho que multiplica a diferença entre as tensões mencionadas. A tensão gerada por este circuito eletrônico alimenta um atuador eletromecânico (solenóide) representado pelo circuito R-L mostrado no esquema. A força gerada pela bobina deste atuador, de indutância L , é diretamente proporcional à corrente que percorre a mesma, ou seja, $f_m = k_m i$. Tal força é responsável pela movimentação da válvula do atuador hidráulico representado na figura 1, onde admite-se que o óleo é incompressível e não haja vazamentos. O sistema é regulado de forma que a mola de constante K_S permaneça em seu comprimento natural, quando a válvula permanece deslocada X_0 , posição que corresponde à velocidade de corte desejada, y_0 . Nesta condição, a tensão gerada pelo sensor de velocidade iguala a tensão de referência. A carga é representada pelo conjunto pistão hidráulico-ferramenta, de massa m_L , que é submetida à força de atrito proporcional à velocidade da ferramenta em relação à peça de trabalho (suposta em repouso), de acordo com a constante b . Admite-se a operação do sistema em torno da velocidade de corte desejada. Pede-se:

- Represente o circuito eletrônico que produz a tensão de alimentação do atuador eletromecânico. Calcule a relação entre seus elementos de forma a obter um valor K_I para o ganho representado no esquema. Como você implementaria o sensor de velocidade utilizando um potenciômetro e componentes eletrônicos?
- A partir do que foi exposto, construa o diagrama de blocos do sistema descrito, identificando as respectivas funções de transferência, que devem ser descritas em termos da variável de Laplace;
- Admita desprezíveis a massa da válvula e a constante de tempo do atuador hidráulico. Inclua um sinal de perturbação, $d(s)$, antes do sistema atuador hidráulico-carga, no diagrama de blocos do item anterior. Calcule as funções de transferência que relacionam a variação da velocidade de corte da ferramenta $\Delta v_y(s)$ com a variação na tensão de referência $\Delta V_{yR}(s)$ e com a perturbação $d(s)$.

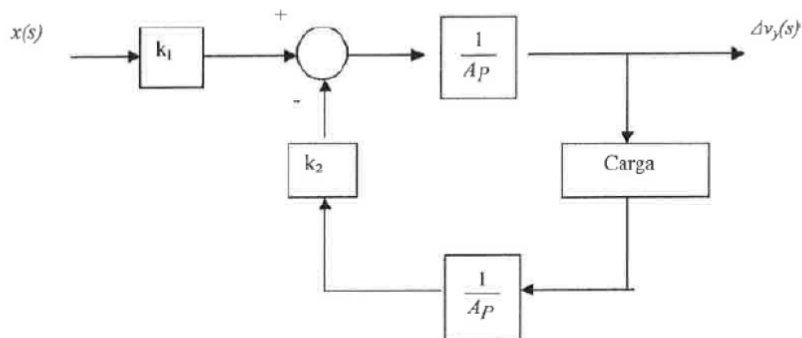
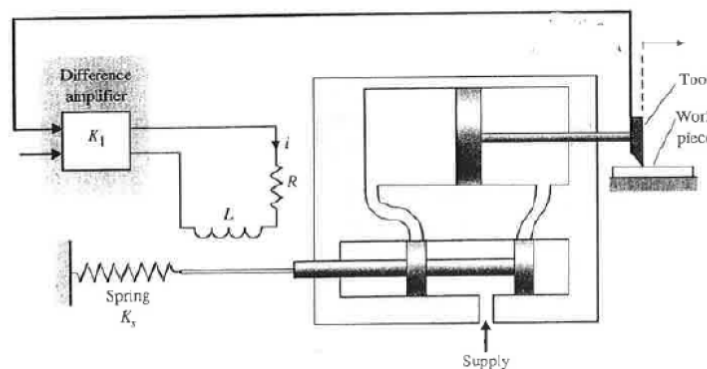
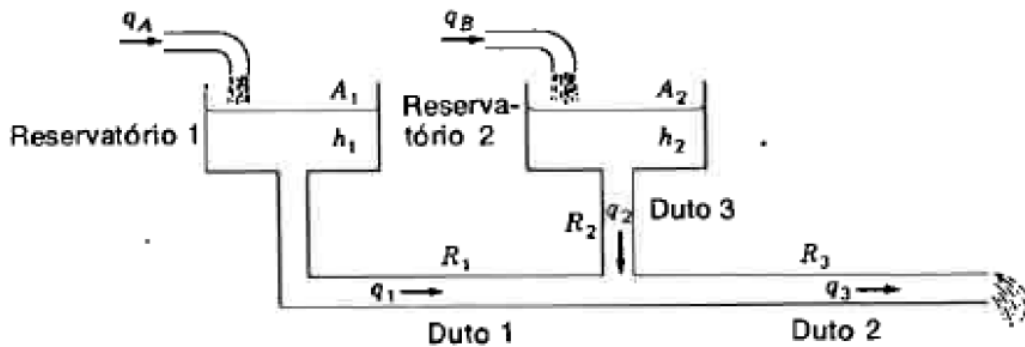


Figura 1. Modelo linear do atuador hidráulico ($x(s)$ é a variação do deslocamento da válvula em relação a X_0).



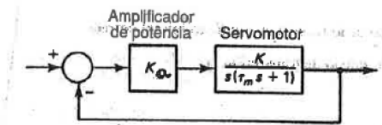
2. Uma estação pertencente a um sistema de tratamento de esgotos é mostrada na figura. As variáveis q_A e q_B são, respectivamente, as vazões de entrada nos reservatórios

1 e 2. Os dutos 1, 2 e 3 apresentam resistências conforme indicado. Calcule a relação entre $H_2(s)$ (transformada de Laplace da função que descreve o nível do tanque 2) e $q_A(s)$ e $q_B(s)$.



3. Estude os problemas resolvidos referentes a controle de nível de tanques do livro texto (Ogata).

4 (3 pts.) O sistema abaixo deve ter um tempo de acomodação de 0,25 s, sem sobre-sinal, com a resposta mais rápida possível. O servo-motor deve apresentar um ganho de 1,5dB em 2 Hz (converta para rad/s). Encontre os valores do ganho do amplificador, ganho do motor e sua constante de tempo que satisfaçam tais condições. Esboce o diagrama de Bode do sistema em malha fechada, destacando as regiões de baixa e alta frequência, a frequência natural e frequência de corte. Os valores dos dois últimos deverão ser calculados.



5. Considere o sistema de controle do pêndulo invertido representado na figura abaixo.

a- Com o intuito de estabilizar o pêndulo, coloca-se um servo-mecanismo composto por um motor de corrente contínua, acionando a articulação do pêndulo, e um circuito de controle com as seguintes características:

- a.1) Constante de torque igual à constante de força contra-eletromotriz igual a k_m ;
- a.2) Resistência de armadura "R" e indutância desprezível;
- a.3) Inércia total do conjunto eixo-pêndulo igual a "J";
- a.4) Razão $k_m/RJ = 1$;
- a.5) Tensão na armadura definida pela lei de controle:

$e = K_1(V\theta_{ref} - V\theta) + K_2 V\omega$, onde $V\theta$ e $V\omega$ são as tensões produzidas por um potenciômetro e tacogerador, respectivamente, ambos representados por ganhos unitários.

Represente o sistema formado pelo pêndulo invertido e seu servo-mecanismo por um conjunto de equações de estado onde a entrada $V\theta_{ref}$ é a tensão que representa a posição angular de referência e a saída é a tensão $V\theta$. Considere o sistema linearizado em torno da posição vertical.

- b) Determine a função de transferência do sistema;
- c) Determine os ganhos K_1 e K_2 de modo a se obter a resposta em degrau mais rápida sem sobressinal e uma constante de tempo igual a 0,4s.

