



FORMAÇÃO GERAL

QUESTÃO DISCURSIVA 01

Conforme levantamento patrocinado pelo Ministério da Integração Nacional, o Brasil sofreu mais de 30 mil desastres naturais entre 1990 e 2012, o que confere a média de 1 363 eventos por ano. O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais de 2013 mostra que, entre 1991 e 2012, foram registradas 31 909 catástrofes no país, sendo que 73% ocorreram na última década. O banco de dados do histórico dos desastres brasileiros associados a fenômenos naturais indica que estiagens, secas, inundações bruscas e alagamentos são as tipologias mais recorrentes do país.

LICCO, E.; DOWELL, S. Alagamentos, enchentes, enxurradas e inundações: digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. *Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística*. Edição Temática em Sustentabilidade, v. 5, n. 3, São Paulo: Centro Universitário Senac, 2015 (adaptado).

De acordo com o relatório do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres de 2014, a necessidade de minimizar os riscos e os impactos de futuros desastres naturais é algo fundamental para as comunidades em todo o mundo. Reduzir os níveis existentes de riscos que favorecem os desastres, fortalecendo a resiliência social, ambiental e econômica é uma das soluções encontradas para que as cidades consigam conviver com esses fenômenos naturais.

RIBEIRO, J.; VIEIRA, R.; TÔMIO, D. *Análise da percepção do risco de desastres naturais por meio da expressão gráfica de estudantes do Projeto Defesa Civil na Escola*. UFPR, Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 42, dezembro 2017 (adaptado).

A partir da análise dos textos, apresente duas propostas de intervenção no âmbito da sustentabilidade socioambiental, de modo a contemplar ações de restauração ou recuperação após a ocorrência de desastres. (valor: 10,0 pontos)

Padrão de Resposta:

ÁREAS DAS AÇÕES	AÇÕES
CAMPO PSICOSOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Organização de mutirão de voluntários para distribuição de vestuários, remédios, alimentos e outros insumos entre os atingidos pelo desastre etc. • Mobilização de voluntários para auxílio ao trabalho de recuperação parcial das casas dos desabrigados. • Realocação da população afetada para locais seguros. • Resgate de pessoas afetadas por inundações ou deslizamentos para abrigos emergenciais temporários.
	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilização de sistemas de saúde para atendimento de emergência de pessoas feridas. • Mobilização de voluntários para campanhas de vacinação. • Mobilização de sistemas de saúde para ações de prevenção de surtos e epidemias. • Mobilização de sistemas de saúde para acompanhamento biopsicossocial da população atingida.

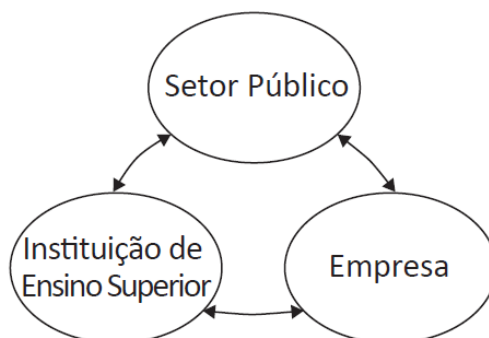
	<ul style="list-style-type: none"> • Resgate e/ou proteção de animais domésticos. • Construção de abrigos para acomodação dos animais resgatados. • Acompanhamento médico veterinário de animais atingidos pelo desastre.
CAMPO ECONÔMICO E SOCIOCULTURAL	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégias de recomposição de áreas agropecuárias. • Implementação e recuperação de áreas agrícolas e agroflorestais. • Liberação de crédito rural para agricultores e criadores atingidos por desastres.
	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação de patrimônios histórico, artístico, cultural ou natural. • Restauração de museus, igrejas, instituições culturais etc.
	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilização de recursos financeiros para auxílio às vítimas. • Liberação de aluguel social para apoio à população atingida. • Aplicação e uso de multas para recuperação de áreas atingidas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação de bens materiais das vítimas. • Liberação pelo governo de fundo emergencial para a reconstrução das moradias da população atingida. • Campanha de captação de recursos financeiros para reconstrução de casas atingidas. • Facilitação na liberação de crédito para compra de mobiliário residencial.

CAMPO AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> • Atividades de recuperação do ecossistema da área atingida. • Reflorestamento das áreas degradadas com vegetação nativa. • Resgate de animais silvestres. • Recuperação e/ou proteção de mananciais. • Reflorestamento de nascentes com vegetação nativa. • Monitoramento e/ou controle da qualidade da água. • Monitoramento e/ou controle da qualidade do solo. • Verificação periódica dos padrões de potabilidade da água depois de desastres. • Descontaminação do solo com presença de metais pesados.
-----------------	---

CAMPO INFRAESTRUTURA	<ul style="list-style-type: none"> • Restauração de serviços públicos essenciais. • Restauração no abastecimento de água, energia elétrica, combustíveis, comunicações. • Limpeza de bueiros para facilitar escoamento das águas em caso de alagamentos. • Retirada de entulhos e lixo para facilitar o escoamento da água acumulada.
	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de sistemas de alertas. • Alertas através da programação de emissoras. • Avisos sonoros em locais críticos para resgate de vítimas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação de artefatos de acesso e mobilidade. • Restauração de pontes, rodovias etc.
	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de gerenciamento de sistemas de monitoramento remoto. • Utilização de drones para localização de vítimas de desastres. • Monitoramento de manchas de óleo em áreas costeiras por meio de imagens de satélite.
	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de processos, produtos e tecnologias para recuperação ou restauração. • Reconstrução da malha viária com asfalto poroso de alta permeabilidade. • Tecnologias para descontaminação e desintegração de manchas de óleo. • Utilização de "lama" de barragem como material de construção civil para recuperação habitacional.

CAMPO SISTÊMICO	<ul style="list-style-type: none"> • Remodelagem de procedimentos de segurança e de processos industriais. • Convocação e treinamento de pessoal de segurança para evitar saques.
	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento da população para ações durante e/ou após ocorrência de desastres. • Palestras para voluntários em ações de reflorestamento de áreas degradadas. • Treinamento de equipes e comunidade para apoio no resgate de vítimas. • Treinamento emergencial de voluntários para limpeza de praias poluídas por vazamento de óleo. • Orientação sobre riscos à saúde a voluntários por conta da manipulação de material tóxico na limpeza de praias sem proteção adequada.
	<ul style="list-style-type: none"> • Promoção de ações de restauração da ordem pública. • Parceria entre diferentes esferas governamentais para fortalecimento da segurança pública.
SECA/ESTIAGEM	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de tecnologias de dessalinização da água do mar. • Aproveitamento da água da chuva nos períodos de pouca chuva ou estiagem. • Construção de cisternas para armazenamento de água da chuva. • Reflorestamento da mata ciliar. • Racionamento de água em níveis críticos de vazão/disponibilidade hídrica. • Reúso da água (Exemplo citado: água de banho pode ser captada e usada para lavagem de quintal e para dar descarga em vasos sanitários). • Monitoramento da qualidade da água de reúso.

QUESTAO DISCURSIVA 02



O Brasil está longe de ser um país atrasado do ponto de vista científico e tecnológico. O país está em posição intermediária em praticamente todos os indicadores de produção e utilização de conhecimento e de novas tecnologias. Em alguns indicadores, a situação do país é melhor até do que em alguns países europeus como Portugal ou Espanha e, de modo geral, estamos à frente de todos os demais países latino-americanos. Talvez nosso pior desempenho esteja nos depósitos de patentes, seja no Brasil ou no exterior.

Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=33511&Itemid=433>
Acesso em: 01 out. 2019 (adaptado).

A partir das informações apresentadas, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Cite dois ganhos possíveis para o campo científico do país, resultantes de uma boa articulação entre os entes representados na figura. (valor: 5,0 pontos)
- Cite dois ganhos possíveis para o campo econômico do país, resultantes de uma boa articulação entre os entes representados na figura. (valor: 5,0 pontos)

Padrão de respostas

O estudante deve apontar dois ganhos possíveis, como os apresentados, resultantes de uma boa articulação entre pelo menos dois dos entes representados na figura:

Item 'a' - CAMPO CIENTÍFICO –

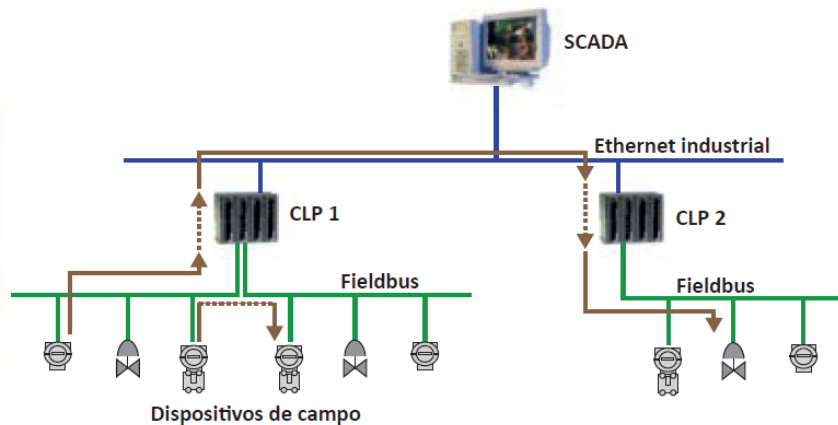
- Ampliação dos recursos para a produção de conhecimento científico voltado para resolução de problemas
- Transferência mútua de conhecimento e de tecnologia.
- Ampliação das fontes de financiamento para desenvolvimento de pesquisa, tais como bolsas, montagem e manutenção de laboratórios, disponibilização de equipamentos e de prestação de serviços.

Item 'b' CAMPO ECONÔMICO

- Ampliação do investimento na criação de soluções tecnológicas mais acessíveis e mais adequadas às necessidades locais.
- Desenvolvimento de tecnologias que propiciem uso sustentável de recursos naturais e de insumos diversos.
- Desenvolvimento de novos produtos, processos e materiais ajustados às demandas e potencialidades do contexto local;
- Desenvolvimento de tecnologias e arranjos que propiciem a constituição de cadeias produtivas mais sustentáveis, com maiores aportes e insumos locais.
- Desenvolvimento de arranjos produtivos locais com participação das IES;
- Ampliação de canais de inserção laboral dos estudantes e egressos.
- Diversificação de estruturas produtivas e empresariais do país (startups, incubadoras, empresa júnior, fundação de apoio, *joint venture*).
- Ampliação dos investimentos voltados para o alcance de novas patentes

QUESTÃO DISCURSIVA 03

Com base na figura, que ilustra uma arquitetura de sistema usada em ambientes industriais, faça o que se pede nos itens a seguir.



- Cite dois protocolos adequados para uso na camada de rede Ethernet industrial e dois protocolos adequados para uso na rede Fieldbus. (valor: 4,0 pontos)
- Descreva três características que diferenciam protocolos aptos para uso nas redes Ethernet industrial e Fieldbus. (valor: 3,0 pontos)
- Explique como o sistema SCADA tem acesso aos dados dos dispositivos ligados à rede Fieldbus. (valor: 3,0 pontos)

PADRÃO DE RESPOSTA

a) O estudante deverá citar dois dos seguintes protocolos para cada uma das redes.

Rede Ethernet Industrial: CIP (Common Industrial Protocol), DeviceNet, EtherCAT, Ethernet, Global Data (EGD), EtherNet/IP, Ethernet Powerlink, FINS, HSE, MECHATROLINK III, Modbus RTU ou ASCII ou TCP, Optomux, PieP, PROFINET, RAPIEnet, SERCOS III, SERCOS interface, Sinec H1, TTEthernet

Rede Fieldbus: AS-i, BSAP, CC-Link Industrial Networks, ControlNet, DF-1, DirectNet, FOUNDATION fieldbus (FF) (ou H1), HART, Interbus, HostLink, MECHATROLINK II, Modbus, Profibus PA.

b) Se comparadas às redes tradicionais, as redes industriais (Fieldbus e Industrial Ethernet) possuem as seguintes características, que deverão ser abordadas pelo estudante:

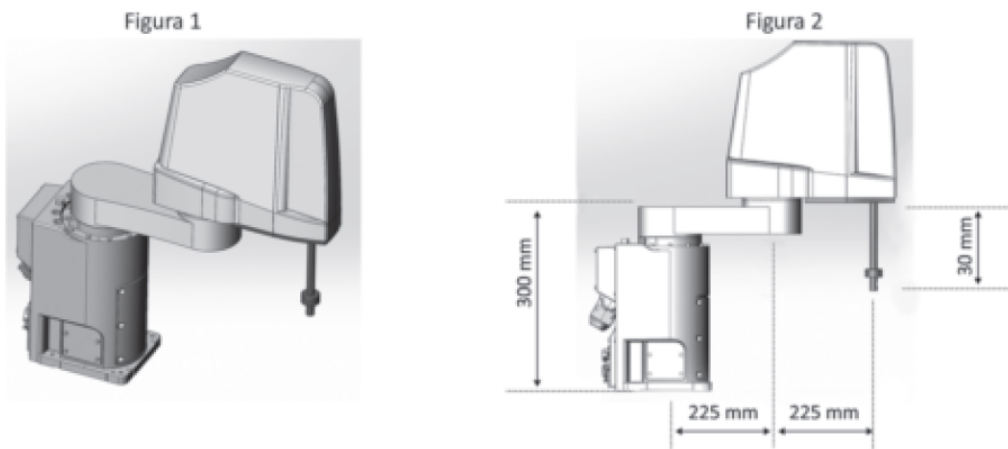
- Maior robustez
- Segurança intrínseca
- Maior garantia de entrega das mensagens
- Baixa latência na transmissão dos dados
- Manutenção facilitada
- Mais adequada para operar em áreas classificadas
- Possuem interoperabilidade com diferentes equipamentos industriais
- Utilizam pacotes de dados pequenos e com baixa sobrecarga (overhead)
- Facilitam a identificação e também diagnósticos de equipamentos

c) O estudante deve citar a necessidade de existir um CLP ligado à rede Ethernet e também à rede Industrial Ethernet que interliga os equipamentos e uma dentre as três possibilidades abaixo:

- O SCADA pode se comunicar diretamente com o CLP se houver um driver adequado instalado (no computador que o SCADA executa).
- O SCADA pode se comunicar com um servidor OPC instalado no mesmo computador do SCADA ou em outro, sendo necessário a existência de um driver instalado no computador em que executa o servidor OPC.
- O SCADA pode se comunicar diretamente com o CLP sem a necessidade de drivers caso o CLP possua um servidor embarcado (servidor Web ou mesmo OPC).

QUESTÃO DISCURSIVA 04

Em um laboratório de robótica, encontra-se instalado um manipulador do tipo SCARA, representado na Figura 1. Uma parte da modelagem cinemática direta para este robô está apresentada na Figura 2.



O modelo cinemático apresentado foi obtido utilizando-se os seguintes parâmetros de Denavit-Hartenberg:

α : ângulo Z_{i-1} e Z_i ao redor de X_i

a : distância entre Z_{i-1} e Z_i e ao longo de X_i

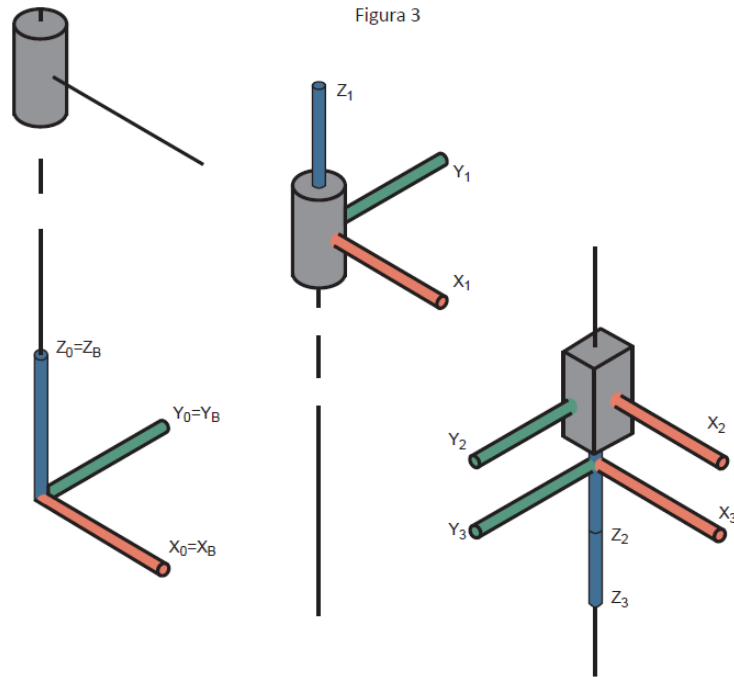
θ : ângulo entre X_{i-1} e X_i e ao redor de Z_{i-1}

d : distância entre a origem do sistema $(i-1)$ e o cruzamento de Z_{i-1} e X_i

A matriz de transformação entre elos é dada por:

$$T_i^{i-1} = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\cos \alpha_i \times \sin \theta_i & \sin \alpha_i \times \sin \theta_i & a_i \times \cos \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos \alpha_i \times \cos \theta_i & -\sin \alpha_i \times \cos \theta_i & a_i \times \sin \theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Como resultado foram apresentados: o modelo com os *frames* para cada elo (Figura 3), a tabela com os parâmetros de D-H e a matriz da cinemática direta com transformação da ferramenta para a base do robô.



elo_i	α_i	a_i	θ_i	d_i	R/P
1	0°	225	θ_1	300	R
2	180°	225	θ_2	0	R
3	0°	0	0	d_3	P

$$T_3^0 = \begin{bmatrix} c_1 \cdot c_2 - s_1 \cdot s_2 & c_1 \cdot s_2 + c_2 \cdot s_1 & 0 & 255(c_1 + c_1 \cdot c_2 - s_1 \cdot s_2) \\ c_1 \cdot s_2 + c_2 \cdot s_1 & s_1 \cdot s_2 - c_1 \cdot c_2 & 0 & 255(s_1 + c_1 \cdot s_2 + s_1 \cdot c_2) \\ 0 & 0 & -1 & 300 - d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Em que:

- $c_x = \cos \theta_x$;
- $s_x = \sin \theta_x$.

O robô será instalado sobre uma plataforma móvel (7º eixo) com liberdade de movimentar-se na direção do eixo Y da base e sendo este acionado por um fuso de esferas com passo de 25,4 mm.

A partir da situação apresentada, determine:

- As equações que indicam as coordenadas X, Y, Z da ferramenta do robô em relação à sua base no sistema original, antes da instalação do 7º eixo. (valor: 2,0 pontos)
- Os parâmetros de D-H para o *frame* do 7º eixo, inserido antes do eixo da primeira articulação. (valor: 3,0 pontos)
- As novas equações que indicam as coordenadas X, Y, Z da ferramenta em relação à base, após a instalação do 7º eixo. (valor: 3,0 pontos)
- O menor deslocamento possível de ser medido no posicionamento do novo eixo, sendo a leitura realizada com um *encoder* absoluto de 8 bits. (valor: 2,0 pontos).

PADRÃO DE RESPOSTA

a) A última coluna da matriz de transformação entre elo representa as posições X, Y e Z do sistema i em relação ao i-1, portanto, simplesmente observando a matriz de transformação de T_3^0 , podemos determinar que:

$$X = 225.c1 + 225.c1.c2 - 225.s1.s2$$

$$Y = 225.s1 + 225.c1.s2 + 225.c2.s1$$

$$Z = 300 - d3$$

b) Aplicando um frame no novo sistema de translação da base, e observando os critérios para determinação dos parâmetros de D-H, teremos:

elo	α	a	θ	d	R/P
Base	-90°	0	0°	0	P
Trilho	90°	0	0°	d_0	P

c) As equações podem ser obtidas observando a última coluna da matriz resultante da pré multiplicação da matriz T_3^0 , pela matriz de transformação entre a primeira articulação, o novo eixo e a base.

$$X = 225.c1 + 225.c1.c2 - 225.s1.s2$$

$$Y = d0 + 225.s1 + 225.c1.s2 + 225.c2.s1$$

$$Z = 300 - d3$$

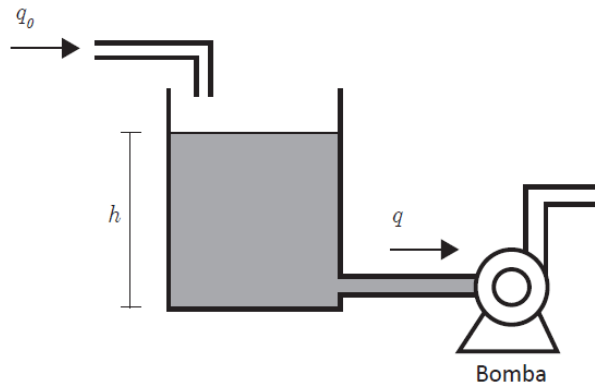
d) Sendo o passo do fuso utilizado de 25,4mm e o encoder de 8 bits (ou seja, 255 intervalos ou 256 posições por volta), teremos:

$$\text{medida mínima} = \frac{25,4}{256 \text{ ou } 255}, \text{ portanto aproximadamente } 0,1 \text{ mm}$$

QUESTÃO DISCURSIVA 05

Uma manobra comumente adotada nas indústrias de processos é usar tanques como vasos-pulmão para absorver algumas perturbações oriundas dos desajustes de operação da planta. Nesse caso, o controle estrito do nível desses equipamentos torna-se dispensável, uma vez que não há necessidade de se operar o equipamento no valor desejado exatamente, mas permitem-se flutuações próximas desse ponto.

Considere o projeto de um sistema de controle de nível de um vaso-pulmão, mostrado na figura, que pode armazenar um fluido na fase líquida e possui uma seção transversal A , uma vazão volumétrica de alimentação q_0 , e é descarregado com vazão volumétrica q por meio de uma bomba ideal. Sabe-se ainda que a vazão de descarga do vaso é a variável manipulada, e a vazão de alimentação é o distúrbio externo para essa malha de controle.



Acerca desse sistema de controle, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Apresente o modelo dinâmico no domínio do tempo que rege esse sistema. (valor: 3,0 pontos)
- Determine a função de transferência em malha aberta que relaciona o nível do vaso com as respectivas vazões de alimentação e descarga. (valor: 3,0 pontos)
- Demonstre que uma vazão q_0 constante implica um erro em regime permanente, considerando a implementação de um controlador com apenas ação proporcional $G_c(s) = -K_c$. (valor: 4,0 pontos)

PADRÃO DE RESPOSTA

a) A equação que governa a dinâmica do tanque é obtida mediante a aplicação da lei de conservação de massa, a saber:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{d(\rho Ah)}{dt} = \rho_0 q_0 - \rho q$$

Por se tratar de um fluido na fase líquida é plausível assumir que a massa específica é constante. Logo, a equação resultante é

$$\frac{dh}{dt} = \frac{1}{A} q_0 - \frac{1}{A} q$$

b) Partindo da equação da dinâmica do nível do tanque e aplicando a transformada de Laplace com condições iniciais nulas:

$$sH(s) = \frac{1}{A} [Q_0(s) - Q(s)]$$

De onde se obtém

$$H(s) = G(s)[Q_0(s) - Q(s)]$$

Onde $G(s) = 1/As$

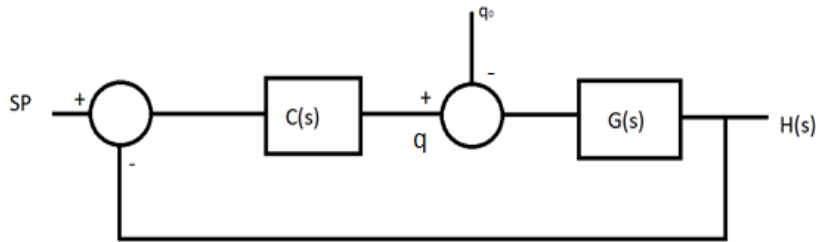
Estritamente, a expressão acima não é uma função de transferência porque há duas entradas ($Q(s)$ e $Q_0(s)$). Respostas que considerem só uma dessas entradas podem ser aceitas com metade da pontuação total.

c) Assumindo que os demais elementos do sistema (bomba, sensores, etc sejam ideais, a expressão para $H(s)$ em malha fechada é

$$H(s) = H_1(s)Q_0(s) - H_2(s)Q(s)$$

Onde $H_1(s) = \frac{K_C G(s)}{1 + K_C G(s)} = \frac{K_C}{As + K_C}$ e $H_2(s) = \frac{G(s)}{1 + K_C G(s)} = \frac{1}{As + K_C}$. O erro em regime permanente é o ganho estático de $H_2(s)$, $1/K_C$, multiplicado pela amplitude de $Q(s)$ em regime permanente. Como esse ganho estático não é nulo, o erro em regime permanente também não é.

Alternativamente, também se pode aceitar o seguinte padrão de resposta:



A equação para $H(s)$ em malha fechada é

$$((SP - H) \cdot C_S - q_0) \cdot G_S = H$$

Isolando H , tem-se

$$H = \frac{(SP \cdot C_S - q_0) \cdot G_S}{(1 + C_S G_S)} = \frac{G_S \cdot C_S}{(1 + C_S G_S)} \cdot SP - \frac{G_S}{(1 + C_S G_S)} \cdot q_0$$

Sabendo que $C(s) = K_C$, $G(s) = k/s$ sendo $K = 1/A$, $q_0 = 1/s$ haja visto que q_0 é um degrau e que o $SP = 0$ temos:

$$H_{RP} = \frac{-G_S}{(1 + C_S G_S)} \cdot q_0 = \frac{-(k/s)}{(1 + (K_C) \cdot (k/s))} \cdot \frac{1}{s} = -\frac{K}{s(s + K \cdot K_C)}$$

A resposta final (em estado estacionário) do nível é obtida pela aplicação do teorema do valor final, de modo que a expressão do erro de regime permanente possa ser aplicada, a saber:

$$h(\rightarrow \infty) = \lim_{s \rightarrow 0} [sH(s)] = \lim_{s \rightarrow 0} \left[s \frac{-k}{s(s + K K_C)} \right] = -\frac{1}{K_C}$$

Na expressão apresentada acima, fica claro que há erro de regime permanente para o caso regulatório quando se usa apenas ação proporcional do controlador.