

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2015)

ENGENHARIA MECATRÔNICA

**PROVA ESCRITA DISCURSIVA
INSTRUÇÕES GERAIS**

- 1- A duração da prova será de 05 horas e o tempo não será prorrogado. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal em retirar os grampos de nenhuma folha.
- 2- Responda às questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas de cada parte da prova.
- 3- Só comece a responder à prova ao ser dada a ordem para iniciá-la, interrompendo a sua execução no momento em que for determinado.
- 4- O candidato deverá preencher os campos:
- NOME DO CANDIDATO; NÚMERO DA INSCRIÇÃO e DV.
- 5- Iniciada a prova, não haverá mais esclarecimentos. O candidato somente poderá deixar o seu lugar, devidamente autorizado pelo Supervisor/Fiscal, para se retirar definitivamente do recinto de prova ou, nos casos a seguir especificados, devidamente acompanhado por militar designado para esse fim: atendimento médico por pessoal designado pela Marinha do Brasil; fazer uso de banheiro e casos de força maior, comprovados pela supervisão do certame, sem que aconteça saída da área circunscrita para a realização da prova.
Em nenhum dos casos haverá prorrogação do tempo destinado à realização da prova e, em caso de retirada definitiva do recinto de prova, esta será corrigida até onde foi solucionada.
- 6- A solução deve ser apresentada nas páginas destinadas a cada questão.
- 7- Não é permitida a consulta a livros ou apontamentos.
- 8- A prova não poderá conter qualquer marca identificadora ou assinatura, o que implicará na atribuição de nota zero.
- 9- Será eliminado sumariamente do concurso e as suas provas não serão levadas em consideração, o candidato que:
 - a) der ou receber auxílio para a execução de qualquer prova;
 - b) utilizar-se de qualquer material não autorizado;
 - c) desrespeitar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
 - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutro lugar que não o determinado para esse fim; e
 - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- É PERMITIDA A UTILIZAÇÃO DE CALCULADORA NÃO CIENTÍFICA.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DA DEnsM
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS
PELOS CANDIDATOS

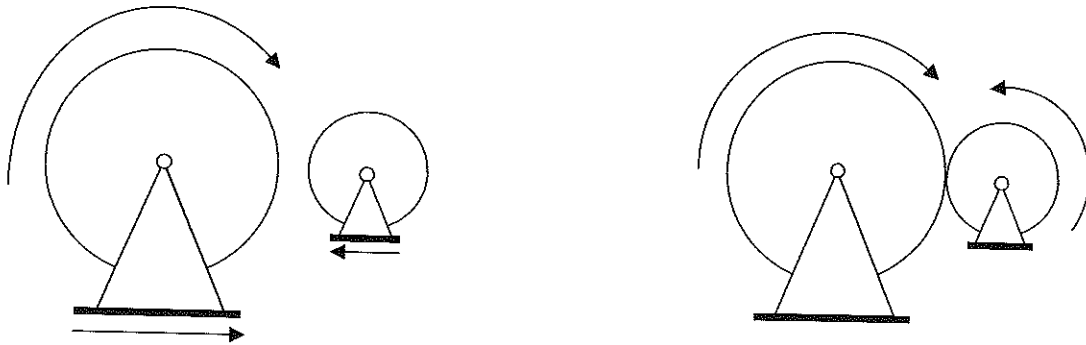
CONCURSO: CP-CEM/2015
NOME DO CANDIDATO:

Nº DA INSCRIÇÃO	DV	ESCALA DE	NOTA			USO DA DEnsM
		000 A 080				

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe as figuras abaixo.



Um volante cilíndrico, com raio de 300 mm e massa de 20 kg, está rodando livremente a 1000 RPM quando é subitamente colocado em contato com outro volante cilíndrico, de raio 150 mm e massa 5 kg. Considerando que, após o contato, ambos os volantes giram juntos sem escorregamento, determine a velocidade de rotação final de cada volante.

Dado:

Momento de inércia de um cilindro de raio r e massa m ao redor do

eixo principal J_r : $J_r = \frac{mr^2}{2}$

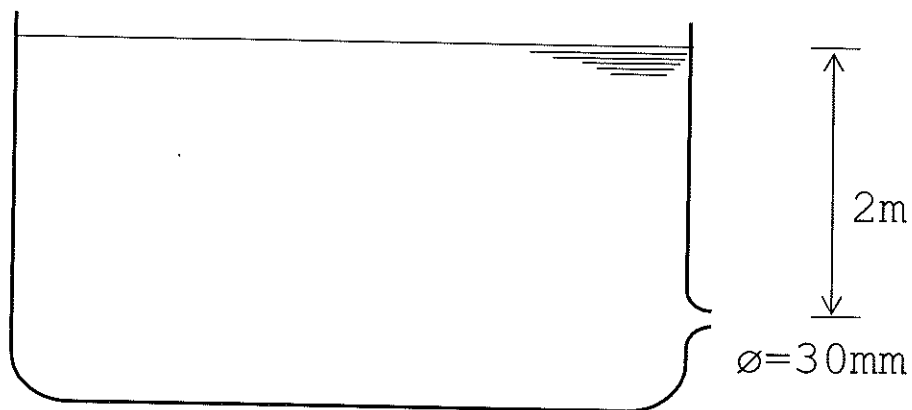
Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2015

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a figura abaixo.



Um reservatório de água possui um bocal de seção circular com 30 mm de diâmetro, a 2 metros da superfície livre, descarregando contra a atmosfera.

Determine a vazão no bocal, dado que o seu coeficiente de perda de carga concentrada é de 0,04 e que o escoamento na saída é fortemente turbulento (perfil de velocidade aproximadamente uniforme, com $\alpha \approx 1$).

Dados:

Carga de um fluido: $\frac{p}{\rho} + \alpha \frac{V^2}{2} + gz$, onde p é a pressão, ρ é a densidade do fluido, α o coeficiente de energia cinética do escoamento, V é a velocidade, g é a aceleração da gravidade ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$) e z é a altura do ponto considerado.

Perda de carga concentrada: $K \frac{V^2}{2}$, onde K é o coeficiente de perda de carga concentrada e V é a velocidade do escoamento.

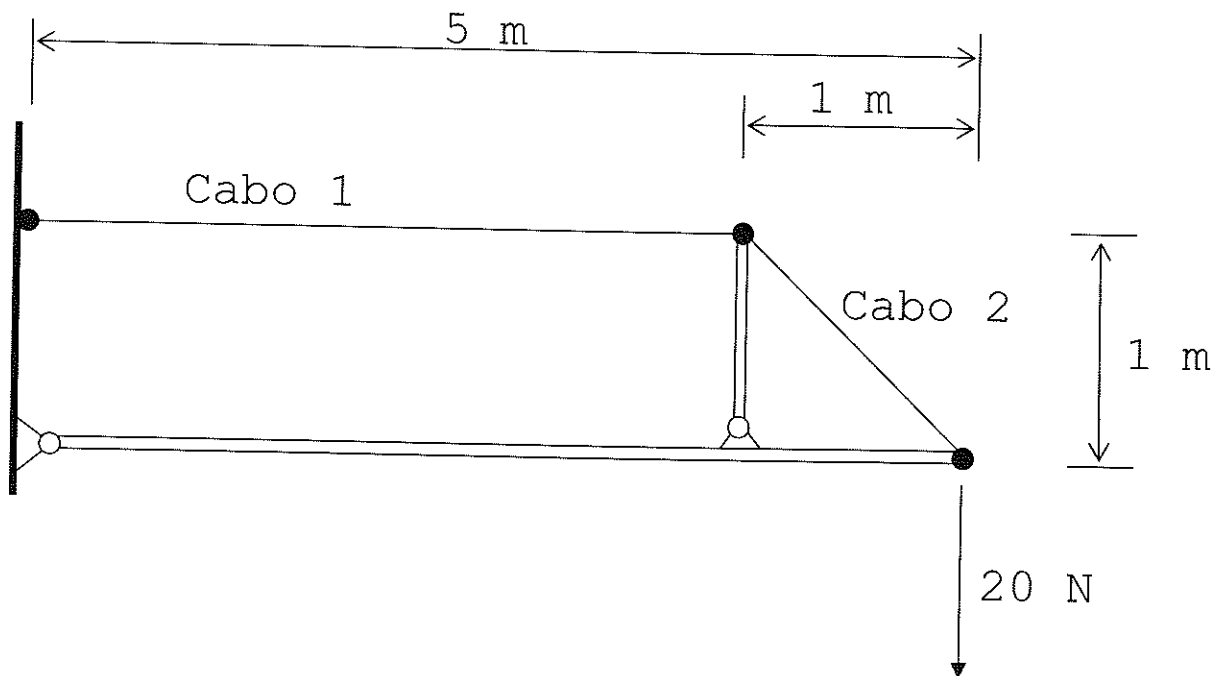
Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2015

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a figura a seguir.



Uma barra articulada é sustentada por um cabo preso a uma segunda barra articulada. Essa segunda barra está sustentada por um segundo cabo conforme a figura acima.

Considerando a carga de 20 N vertical no final da barra, quais as forças de tração no cabo 1 e no cabo 2?

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2015

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Um sistema de ar-condicionado com potência de 12000 BTU/h opera a uma temperatura de 40° C no condensador e 18° C no evaporador. Calcule, com base na 2ª lei da termodinâmica, a potência mínima (em BTU/h) que um aparelho pode consumir nessas condições.

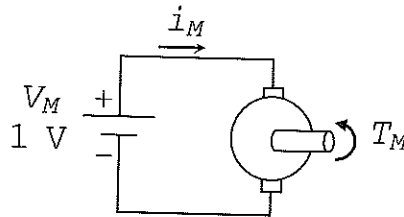
Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2015

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a figura a seguir.



O motor de corrente contínua de ímã permanente mostrado na figura acima é alimentado com $V_M = 1\text{ V}$. Mantendo-se o eixo bloqueado, foram medidas a corrente de armadura i_M e o torque motriz T_M , obtendo-se $i_M = 10\text{ A}$ e $T_M = 10\text{ Nm}$.

Considere que as perdas mecânicas são desprezíveis e que as perdas elétricas são puramente resistivas. Sendo assim, determine a resistência de armadura R_A (em Ohms) do motor e a rotação ω (em rad/s) que o eixo irá atingir em regime quando for acoplado a uma carga mecânica de torque constante igual a 5 Nm .

Formulário:

$$E = k_E \cdot \omega$$

$$T_M = k_T \cdot i_M$$

Onde E é a força contra-eletromotriz do motor e k_E e k_T são constantes.

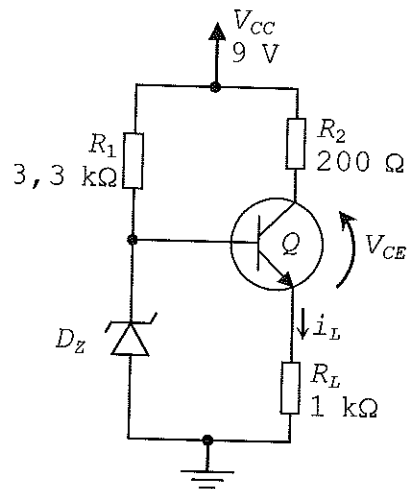
Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2015

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a figura a seguir.



No circuito da figura acima, admite-se que o diodo D_Z é ideal, com tensão de Zener V_Z igual a 5,7 V. O transistor Q possui as seguintes características:

- tensão de saturação $V_{CEsat} = 0,2 \text{ V}$;
- tensão de limiar $V_{BElim} = 0,7 \text{ V}$; e
- ganho de corrente h_{FE} muito elevado, podendo ser considerado infinito nesse circuito.

Determine a corrente i_L no resistor R_L e a tensão coletor-emissor V_{CE} do transistor Q .

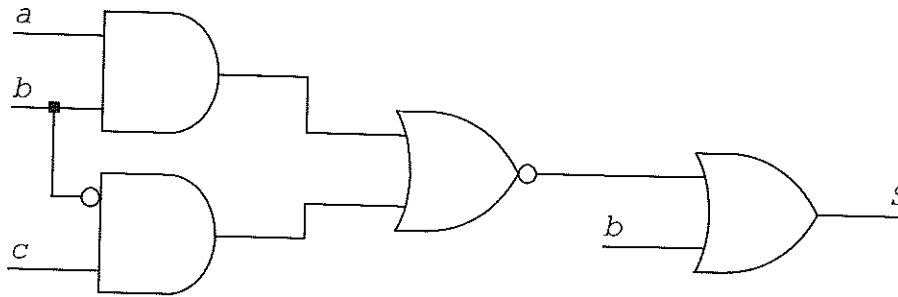
Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2015

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Dado o circuito digital da figura abaixo, determine a expressão booleana da saída S e a expressão equivalente minimizada na forma de soma de produtos.



Continuação da 7ª questão

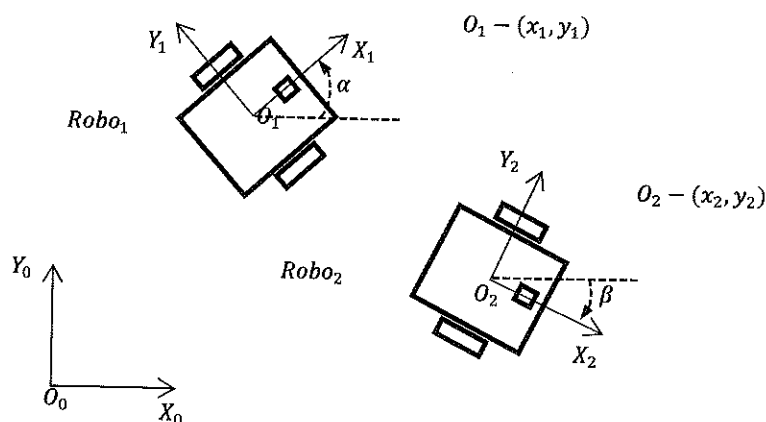
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2015

8ª QUESTÃO (8 pontos)

O desenvolvimento de arquiteturas de controle de robôs móveis requer a utilização de pelo menos dois sistemas de coordenadas distintos, um sistema de coordenadas fixo ao corpo do robô e um sistema de coordenadas inercial.

A figura abaixo ilustra dois robôs móveis com rodas, $Robo_1$ e $Robo_2$, cada um com seu respectivo sistema de coordenadas fixo ao corpo com origem no centro de gravidade, $O_1 - X_1Y_1$ e $O_2 - X_2Y_2$, e um sistema de coordenadas inercial $O_0 - X_0Y_0$. A origem O_1 possui coordenadas (x_1, y_1) e a origem O_2 possui coordenadas (x_2, y_2) em relação ao sistema de coordenadas inercial.



A posição e a orientação do $Robo_1$, por exemplo, em relação ao sistema de coordenadas inercial, podem ser descritas pela transformação homogênea que descreve a operação de translação e de rotação do sistema de coordenadas $O_1 - X_1Y_1$ em relação ao sistema de coordenadas $O_0 - X_0Y_0$.

Essa transformação homogênea é representada por meio da seguinte forma matricial:

$$A_1^0 = \begin{bmatrix} R_1^0 & t_1^0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Onde R_1^0 é uma matriz de dimensões 2×2 que descreve a rotação do sistema de coordenadas $O_1 - X_1Y_1$ em relação ao sistema de coordenadas $O_0 - X_0Y_0$; e t_1^0 é um vetor de dimensões 2×1 que descreve a translação do sistema de coordenadas $O_1 - X_1Y_1$ em relação ao sistema de coordenadas $O_0 - X_0Y_0$.

Continuação da 8ª questão

Da mesma forma, pode-se calcular a transformação homogênea A_2^0 . A existência de múltiplos robôs requer também estimativas de posição e de orientação de cada robô em relação aos demais. Ou seja, necessita-se do cálculo das transformações homogêneas A_2^1 e A_1^2 .

Dentro desse contexto, calcule:

- a) A matriz de transformação homogênea A_1^0 . (4 pontos)
- b) A matriz de transformação homogênea A_2^1 . (4 pontos)

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2015

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Um controlador do tipo PI pode ser escrito, no domínio do tempo contínuo, da seguinte forma:

$$u(t) = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau \right)$$

Onde a variável $u(t)$ é o esforço de controle (saída do controlador), $e(t)$ é a variável que fornece a estimativa do erro do processo (entrada do controlador), K_p é a constante proporcional, e T_i é uma constante denominada tempo integrativo.

Para a realização computacional, é necessário, inicialmente, obter a função de transferência do controlador, utilizando a variável complexa s , e posteriormente convertê-la para uma função de transferência no domínio discreto, utilizando a variável complexa z .

Um possível método é denominado transformação bilinear que pode ser descrito como $s = \frac{2(z-1)}{T(z+1)}$, onde T é o intervalo de amostragem.

Utilizando o método de transformação bilinear, calcule a equação de diferenças do controlador PI.

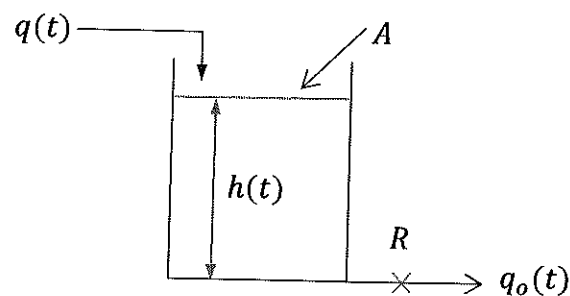
Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2015

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Um sistema de controle de nível de líquidos, ilustrado na figura abaixo, é um sistema com características não lineares, onde R é a resistência ao fluxo de líquido e é definida como a variação do nível de líquido $h(t)$ causada pela variação do fluxo $q(t)$; $q(t)$ é o fluxo de entrada; $q_o(t)$ é o fluxo de saída; $h(t)$ é a altura do líquido e C é a capacitância do reservatório e é definida como a variação do volume de líquido armazenado causado pela variação da altura $h(t)$. Nesse caso, a capacitância corresponde à área da seção transversal do tanque A .



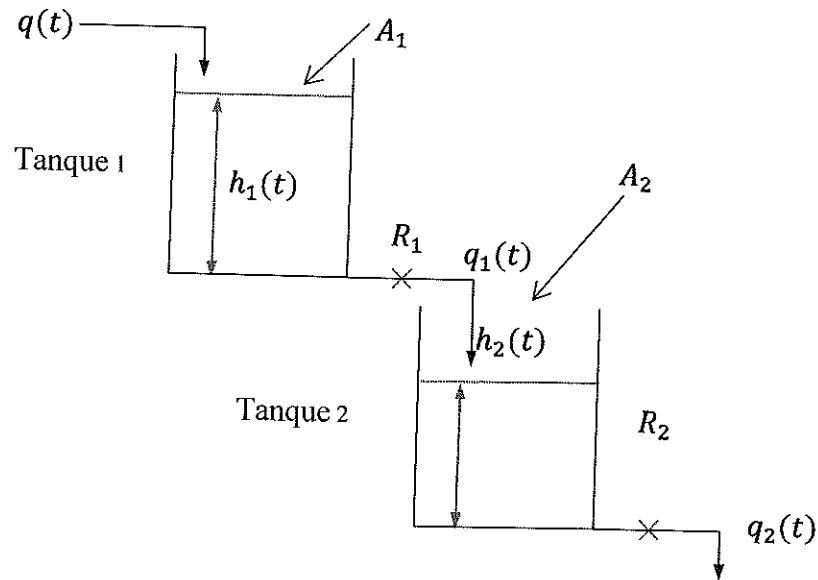
As equações desse sistema são geralmente linearizadas em torno de um ponto de operação (h_s, q_s) . Dessa forma, é conveniente utilizar variáveis que representam um desvio em torno de um ponto de operação, isto é, $H(t) = h(t) - h_s$ e $Q(t) = q(t) - q_s$.

A função de transferência da altura em função da vazão de entrada pode ser descrita como $\frac{H(s)}{Q(s)} = \frac{R}{\tau s + 1}$, onde $\tau = RA$.

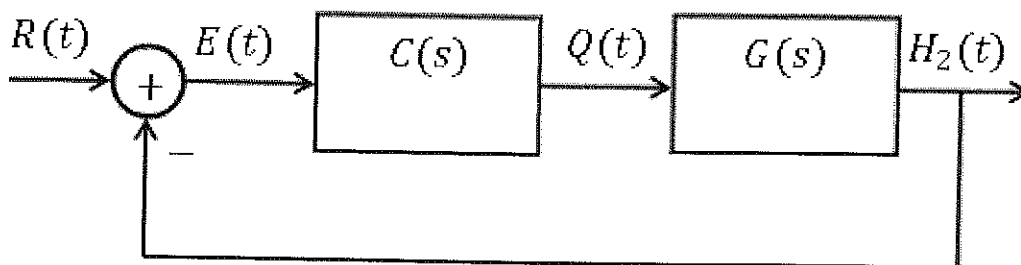
A função de transferência da vazão de saída em função da vazão de entrada é dada por $\frac{Q_o(s)}{Q(s)} = \frac{1}{\tau s + 1}$.

Continuação da 10ª questão

Um sistema com dois tanques em série está ilustrado na figura abaixo.



- Calcule a função de transferência $G(s) = H_2(s)/Q(s)$ do sistema que relaciona a variação da altura do líquido $h_2(t)$ (tanque 2) em função da variação da vazão de entrada $q(t)$ (tanque 1). (4 pontos)
- Para esse sistema $G(s)$, um sistema de controle em malha fechada é construído utilizando um controlador proporcional $C(s) = K_p$, ($K_p > 0$). Calcule a faixa de valores da constante K_p para que o sistema de controle em malha fechada seja estável. (4 pontos)



Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2015

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2015