

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2018)

ENGENHARIA MECATRÔNICA

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 sem 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 PADRÃO NÃO CIENTÍFICA E DE RÉGUA SIMPLES.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

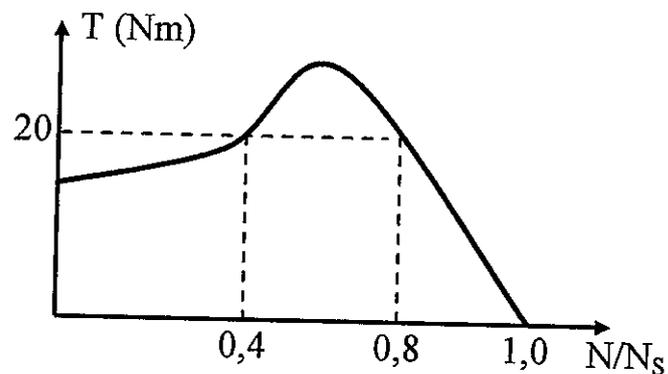
RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DA DE _{ns} M
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2018				
	NOME DO CANDIDATO:				
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA
			000 A 100		

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere um motor de indução trifásico de 2 polos alimentado com tensões senoidais de frequência de 60 Hz. Considere, ainda, que N é a rotação instantânea do eixo e N_s é a rotação síncrona. O gráfico abaixo mostra a curva de torque do motor de indução em função da rotação normalizada N/N_s (em termos da rotação síncrona). As perdas mecânicas do motor são desprezíveis.



Sendo assim, faça o que se pede.

- Suponha que esse motor esteja operando em rotação constante, com escorregamento de 10%. Determine a rotação do motor (em rpm). (4 pontos)
- Suponha agora que o eixo desse motor se encontre girando em vazio e tenha seu eixo submetido a um torque contrário variável. Após algum tempo, o torque se estabiliza em 20 Nm. Determine a menor rotação (em rpm) em que é possível manter o motor girando em rotação constante. (4 pontos)

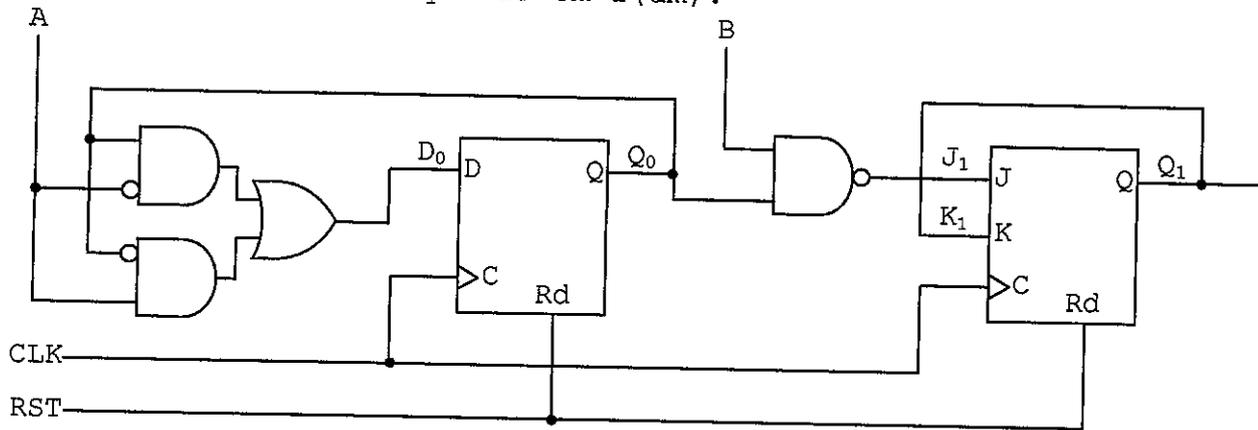
Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2018

2ª QUESTÃO (8 pontos)

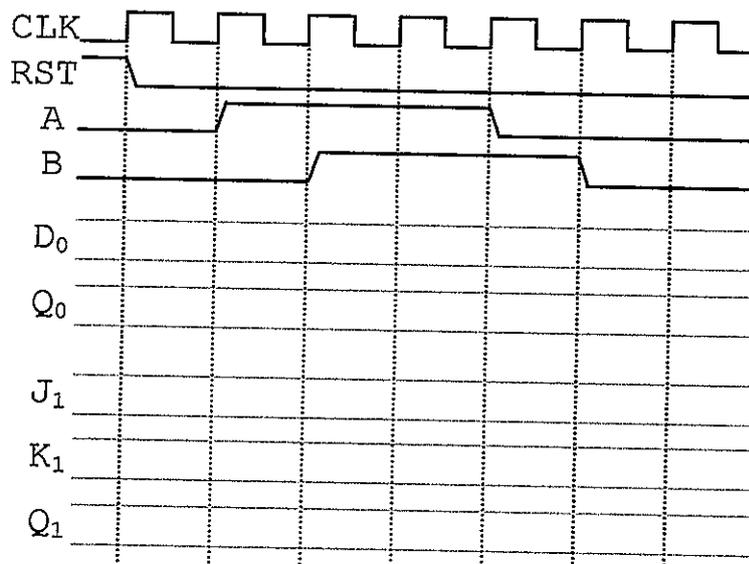
A figura abaixo mostra o diagrama lógico de um circuito digital composto por dois *flip-flops*. Em ambos, a entrada *Rd* zera o *flip-flop* assincronamente quando em 1(um).



As tabelas características dos *flip-flops* são dadas a seguir.

Rd	C	D	Q	Rd	C	J	K	Q
1	X	X	0	1	X	X	X	0
0	↑	0	0	0	↑	0	0	Q
0	↑	1	1	0	↑	0	1	0
				0	↑	1	0	1
				0	↑	1	1	Q'

Esse circuito é excitado com os sinais mostrados na carta de tempos a seguir. As transições dos sinais RST, A e B ocorrem sincronamente com as bordas de subida do sinal CLK.



Continuação da 2ª questão

Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Determine a expressão lógica das entradas D_0 , J_1 e K_1 dos flip-flops na forma padrão de soma de produtos. (1 ponto)
- b) Desenhe na carta de tempos a forma de onda dos sinais D_0 e Q_0 correspondentes aos sinais de entrada apresentados na figura. (3 pontos)
- c) Desenhe na carta de tempos a forma de onda dos sinais J_1 , K_1 e Q_1 correspondentes aos sinais de entrada apresentados na figura. (4 pontos)

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2018

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um certo tipo de equipamento possui uma entrada digital S que o ativa quando em 1 (um) e o desativa quando em 0 (zero). Esse equipamento leva um certo tempo para entrar em operação plena após ser ativado e leva outro tempo para parar completamente após ser desativado. Esses tempos não são fixos e podem variar. Uma saída digital T permite acompanhar o estado de funcionamento: T vai a 1 quando o equipamento entra em regime e volta a 0 após a parada completa.

Um sistema de produção é composto por três unidades com esse tipo de controle, denominados UA, UB e UC. Sejam S_A , S_B e S_C os sinais de ativação e T_A , T_B e T_C os sinais de estado desses equipamentos.

Um CLP (Controlador Lógico Programável) controla o sistema sob o comando de dois botões monoestáveis, B_1 e B_2 , observando as seguintes regras:

- I. Ao se pulsar B_1 , e não estando a unidade UC operando em regime, a unidade UA é ativada.
- II. A unidade UB deve ser ativada sempre que UA estiver ativada e em operação, caso contrário, UB deve permanecer desativada.
- III. Estando UA e UB em operação plena, pode-se pressionar o botão B_2 para ativar a unidade UC e assim iniciar a parada do sistema.
- IV. Deve-se aguardar UC entrar em regime para desativar as unidades UA e UB.
- V. A desativação da unidade UC deve aguardar a parada de UA e UB.

Usando *Sequential Flow Chart* (SFC) ou linguagem *ladder*, descreva o programa do CLP que monitore B_1 , B_2 , T_A , T_B e T_C e gere os sinais S_A , S_B e S_C para controlar o sistema de produção descrito.

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2018

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Para os sistemas de tempo discreto descritos abaixo como funções de transferência, indique, para cada caso, justificando matematicamente, a condição de estabilidade do sistema (sistema estável, instável ou marginalmente estável).

a) $G(z) = \frac{(z^{-1}+z^{-2})}{1-\sqrt{2}z^{-1}+z^{-2}}$ (4 pontos)

b) $G(z) = \frac{z^{-1}+0.5z^{-2}}{1+3z^{-1}+2z^{-2}}$ (4 pontos)

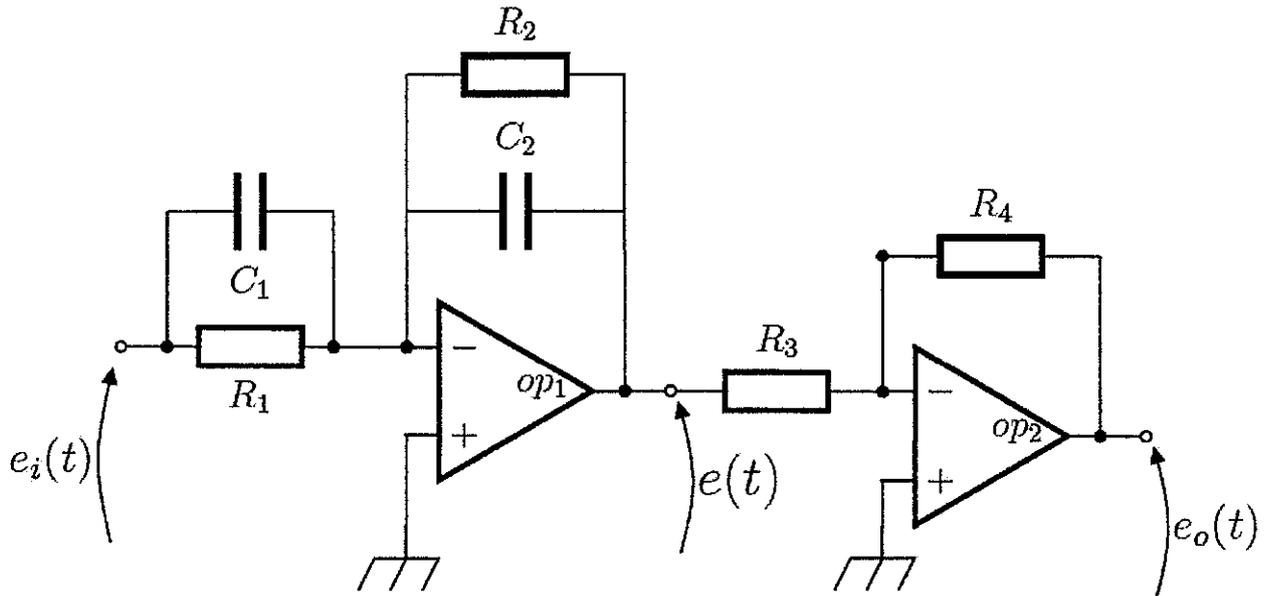
Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2018

5ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura abaixo apresenta um circuito eletrônico que atua como um filtro ativo analógico implementado por meio dos amplificadores operacionais op_1 e op_2 . R_1, R_2, R_3 e R_4 são valores de resistências; C_1 e C_2 são valores de capacitâncias; e $e_i(t)$, $e(t)$ e $e_o(t)$ são os valores no domínio do tempo das tensões elétricas nos pontos indicados.



Para esse circuito calcule as seguintes funções de transferência no domínio da frequência, sabendo que $E_i(s)$, $E(s)$, $E_o(s)$ são as transformadas de Laplace respectivamente de $e_i(t)$, $e(t)$ e $e_o(t)$:

a) $\frac{E(s)}{E_i(s)}$ (4 pontos)

b) $\frac{E_o(s)}{E_i(s)}$ (4 pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2018

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Um trecho de código de programa escrito em uma linguagem de programação hipotética é apresentado a seguir:

```
A[0] := -1;
N := 7;
i := 2;
while i <= N do
  begin
    temp := A[i];
    j := i;
    while A[j-1] > temp do
      begin
        A[j] := A[j-1];
        j := j-1;
      end;
    A[j] := temp;
    i := i + 1;
  end
```

O vetor A[] é um vetor de números inteiros com índices de 0 até N=7 e a posição de índice 0 do vetor A[] funciona como auxiliar.

O estado inicial do vetor A[] é dado a seguir:

Índice	0	1	2	3	4	5	6	7
Conteúdo	-1	27	80	02	46	16	12	54

Sendo assim, faça o que se pede.

- Indique qual é o estado do vetor A[] ao final da iteração do laço mais externo indicado por i=4. (4 pontos)
- Indique qual é o estado final do vetor A[] após a execução desse trecho de código de programa. (4 pontos)

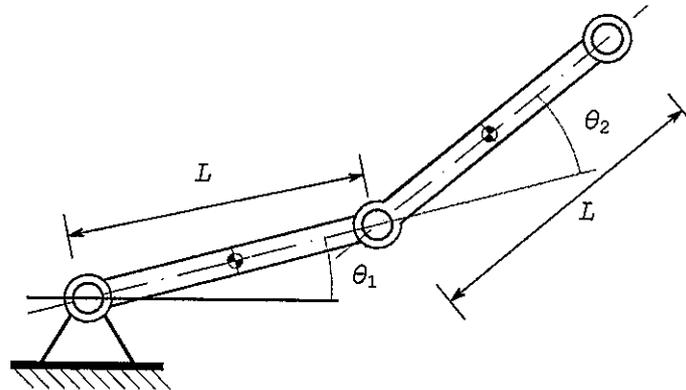
Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2018

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o manipulador de 2 graus de liberdade da figura abaixo.



Esse manipulador é composto por dois elos, 1 e 2. O comprimento de ambos os elos é L , a massa é m , o momento de inércia é de $mL^2/12$ e os baricentros coincidem com o centro de cada elo.

Sendo assim, faça o que se pede.

- Expresse, em função de θ_1 , θ_2 , ω_1 e ω_2 , as velocidades ao quadrado v_1^2 e v_2^2 dos baricentros dos elos 1 e 2, respectivamente. (2 pontos)
- Expresse, em função de θ_1 , θ_2 , ω_1 e ω_2 , a energia cinética total do manipulador. (2 pontos)
- Em um determinado momento, ω_1 e ω_2 são constantes e $\theta_2=90^\circ$. Determine a razão entre ω_1 e ω_2 nessas condições para que o torque na junta 1 seja nulo. Despreze a ação de forças externas. (4 pontos)

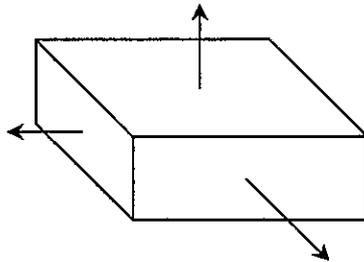
Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2018

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Seja um sólido girando livremente. Considere que os eixos principais de inércia do sólido, no referencial deste, são x , y e z , a origem é o baricentro do objeto, os valores dos momentos de inércia ao redor desses eixos são, respectivamente I_x , I_y e I_z , as rotações instantâneas ao redor de cada eixo são ω_x , ω_y e ω_z e as respectivas acelerações angulares são α_x , α_y e α_z .



Mostre que, nessas condições, as seguintes equações são válidas:

$$I_x \alpha_x = (I_y - I_z) \omega_y \omega_z$$

$$I_y \alpha_y = (I_z - I_x) \omega_z \omega_x$$

$$I_z \alpha_z = (I_x - I_y) \omega_x \omega_y$$

Nota: A derivada temporal de uma quantidade vetorial $d\mathbf{v}/dt$ pode ser obtida de sua variação $(d\mathbf{v}/dt)_r$, percebida em um referencial r , sob rotação ω pela relação:

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \left(\frac{d\mathbf{v}}{dt}\right)_r + \omega \times \mathbf{v}$$

Onde o índice $()_r$ denota a variação das componentes de " \mathbf{v} " medidas em " r " e o operador " \times " denota o produto cruzado entre dois vetores.

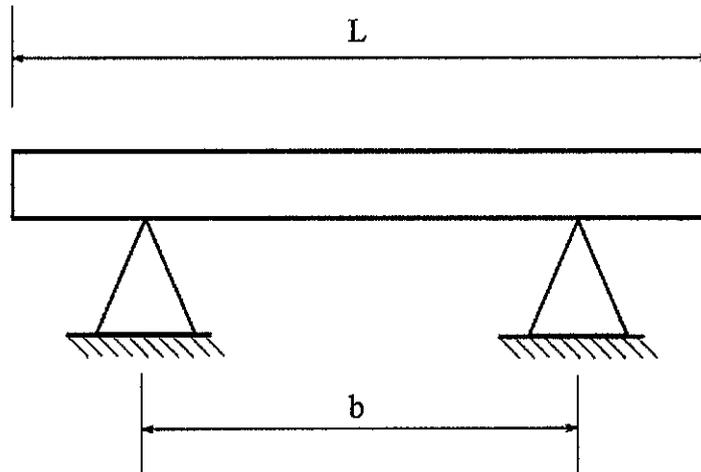
Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2018

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma barra prismática de comprimento L e peso de seção transversal constante γ é apoiada simetricamente por dois apoios distantes entre si de b . O único carregamento ao qual a barra está submetida é o peso próprio.



Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Calcule o momento fletor no meio da barra. (4 pontos)
- b) Calcule o momento fletor na seção que está sobre os apoios. (4 pontos)

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2018

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Um tubo isolado termicamente contém 1m^3 de vapor d'água a 1000°C e 400kPa . Fechando esse tubo há uma massa que separa o seu conteúdo da atmosfera. Essa massa é liberada de modo que possa deslizar sem atrito dentro do tubo, deixando o vapor d'água expandir-se até que a pressão no interior do tubo iguale-se à atmosférica. Considere a pressão atmosférica como sendo de 100kPa .

a) Determine, no momento em que a pressão no interior do tubo iguale-se à atmosférica, o volume total do vapor d'água. (4 pontos)

b) Determine a energia cinética adquirida pela massa após a expansão. (4 pontos)



Tabela 1: Propriedades Termodinâmicas de vapor d'água¹.

P = 100kPa				P = 400kPa			
T (°C)	v (m³/kg)	u (kJ/kg)	s (kJ/kg K)	T (°C)	v (m³/kg)	u (kJ/kg)	s (kJ/kg K)
400	3,1026	2967,8	8,5434	400	0,77262	2964,4	7,8984
500	3,5655	3131,5	8,8341	500	0,88934	3129,2	8,1912
600	4,0278	3301,9	9,0975	600	1,00555	3300,2	8,4557
700	4,4899	3479,2	9,3398	700	1,12147	3477,9	8,6987
800	4,9517	3663,5	9,5652	800	1,23722	3662,5	8,9244
900	4,4135	3854,8	9,7767	900	1,35288	3853,9	9,1361
1000	5,8753	4052,8	9,9764	1000	1,46847	4052,0	9,3360

(¹ Reproduzido de Van Wylen et al. 1998, Fund. da Termodinâmica, Edgar Blücher, São Paulo, Brasil)

P: Pressão do gás. T: Temperatura. v: Volume específico. u: energia interna. s: entropia.

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2018