

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2016)

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 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- NÃO ESTÁ AUTORIZADA A UTILIZAÇÃO DE MATERIAL EXTRA

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

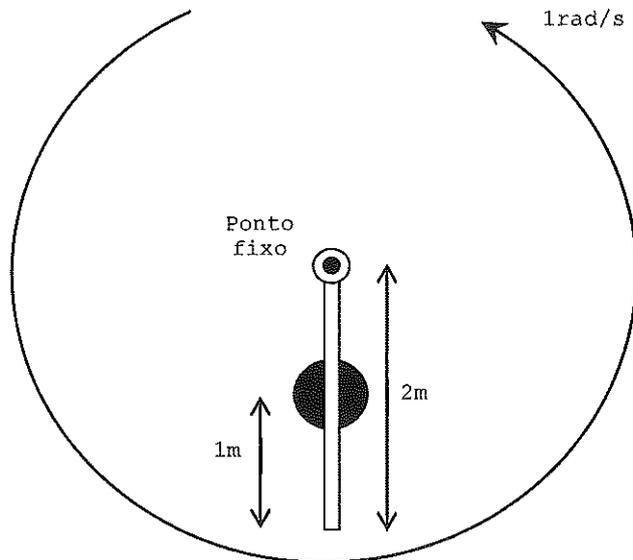
RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA	USODA DE nsM
	000 A 080		

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2014									
	NOME DO CANDIDATO:									
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV		ESCALA DE	NOTA			USODADE nsM	
					000 A 080					

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a figura abaixo.



Uma barra de massa desprezível, com 2m de comprimento, gira livremente ao redor de um ponto fixo, com velocidade angular de 1 rad/s. Afixada sobre essa barra encontra-se uma massa de dimensões desprezíveis (considere-a pontual) à distância de 1 m do ponto de rotação. Nessa situação, o vínculo entre a massa e a barra é modificado de forma que a massa possa deslizar livremente sobre a barra. Despreze a força gravitacional.

- Determine a velocidade angular da barra no momento em que a massa chega à extremidade dessa barra. (4 pontos)
- Determine a velocidade da massa em relação à barra (ou velocidade radial) no momento em que a massa chega à extremidade da barra. (4 pontos)

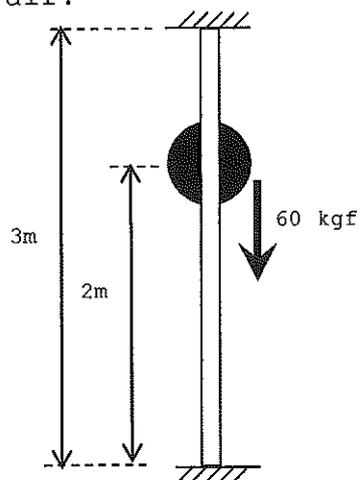
Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2016

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a figura a seguir.



Uma coluna de 3 metros de altura, prismática, de composição uniforme e peso desprezível encontra-se engastada tanto na extremidade superior quanto na inferior. Na altura de 2 metros, há um peso de 60kgf. Quais são as forças de reação de apoio na extremidade superior e inferior? Considere que, para esse carregamento, o material da coluna comporta-se de forma linearmente elástica.

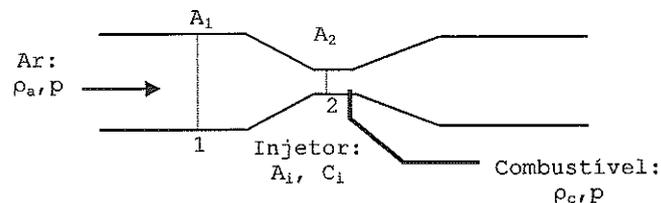
Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2016

### 3ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise a figura a seguir.



Um carburador é um dispositivo que mistura ar e combustível para combustão. Ele emprega o estrangulamento de um bocal de Venturi para provocar uma redução na pressão do ar e, assim, aspirar o combustível por um bocal de injeção.

Escreva a razão entre a vazão do ar e a do combustível em função da densidade do ar  $\rho_a$ , da densidade do combustível  $\rho_c$ , da área da seção de admissão  $A_1$ , da área no estrangulamento  $A_2$ , da área do bocal de injeção  $A_i$  e do coeficiente de perda localizada do injetor de combustível  $C_i$ . Considere que tanto o ar quanto o combustível são injetados no dispositivo com a mesma pressão  $p$ , ambos os escoamentos são incompressíveis e fortemente turbulentos e não há perda de carga no escoamento do ar pelo bocal.

Formulário:

Carga de um fluido sem variação de altura em escoamento

turbulento:  $\frac{p}{\rho} + \frac{V^2}{2}$  onde  $p$  é a pressão,  $\rho$  é a densidade do fluido, e

$V$  é a velocidade.

Perda de carga concentrada de um bocal:  $C = \frac{2(p_e - p_s)}{\rho V^2}$  onde  $p_s$  é a

pressão na saída,  $p_e$  é a pressão na entrada,  $\rho$  é a densidade do fluido,  $C$  é o coeficiente de perda localizada e  $V$  é a velocidade.

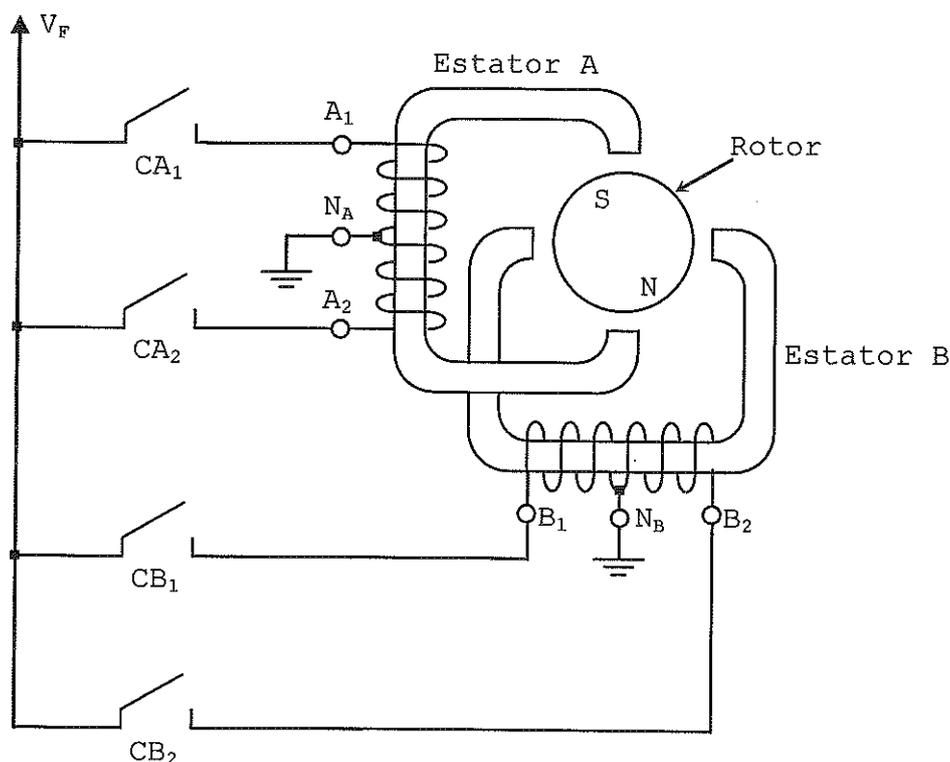
Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2016

#### 4ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise a figura abaixo.



A figura acima esquematiza um motor de passo de duas fases, dois estatores (A e B) e rotor de ímã permanente de dois polos. A resistência total entre os terminais  $A_1$  e  $A_2$  do enrolamento do estator A é dada por  $R_A$ , e  $N_A$  é o terminal ligado ao tap central. Analogamente,  $R_B$  é a resistência total entre os terminais  $B_1$  e  $B_2$  do enrolamento do estator B, e  $N_B$  é o terminal ligado ao tap central. A figura mostra também o circuito de acionamento unipolar ligado ao motor, onde  $V_F$  é a tensão de alimentação e  $CA_1$ ,  $CA_2$ ,  $CB_1$  e  $CB_2$  são chaves eletrônicas do tipo ON/OFF.

Considere que a corrente nominal por fase do motor seja igual a 0,5 A e que as resistências dos enrolamentos  $R_A$  e  $R_B$  sejam iguais a 20  $\Omega$ .

a) Determine o valor máximo da tensão de alimentação  $V_F$  para que a corrente em cada enrolamento seja menor ou igual à corrente nominal quando o motor estiver em operação. (4 pontos)

b) Descreva a sequência com que as chaves  $CA_1$ ,  $CA_2$ ,  $CB_1$  e  $CB_2$  devem ser fechadas para fazer com que o rotor gire uma volta completa em modo de meio passo. (4 pontos)

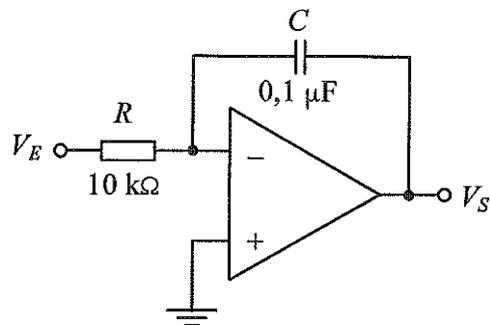
**Continuação da 4ª questão**

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

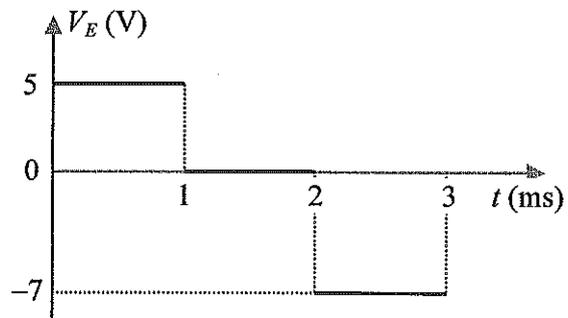
Concurso: CP-CEM/2016

5ª QUESTÃO (8 pontos)

No circuito da figura abaixo, o amplificador operacional é ideal. O capacitor  $C$  tem perdas desprezíveis e encontra-se inicialmente descarregado.



A partir do instante inicial, aplica-se o sinal  $V_E$  cujo gráfico se encontra a seguir.



Determine o valor da tensão de saída  $V_S$  nos instantes de tempo  $t = 1$  ms,  $t = 2$  ms e  $t = 3$  ms.

**Continuação da 5ª questão**

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2016

**6ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um microprocessador hipotético possui dois registradores de oito bits denominados A e B. A tabela abaixo descreve algumas instruções desse microprocessador.

Mneumônico	Descrição
ADD A, B	Soma A com B e armazena o resultado em A
LOAD A, <i>dd</i>	Carrega em A o número <i>dd</i> em decimal com sinal
LOAD B, <i>dd</i>	Carrega em B o número <i>dd</i> em decimal com sinal

O microprocessador utiliza a notação "complemento de dois" para representar números com sinal e realizar operações aritméticas. Considere os dois trechos de programa para este microprocessador listados nos itens a e b abaixo. Para cada trecho, determine o conteúdo dos registradores A e B, em binário, imediatamente antes e depois da execução da instrução "ADD A, B".

- a) LOAD A, 31  
LOAD B, 88  
ADD A, B  
(4 pontos)
- b) LOAD A, 31  
LOAD B, -88  
ADD A, B  
(4 pontos)

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2016

**7ª QUESTÃO (8 pontos)**

A definição da função x, utilizando uma linguagem de programação hipotética, é apresentada abaixo.

```
function x ( T[], P[] ) {  
  for i:=0 to n-1 {  
    for j:=0 to m-1 {  
      if P[j] <> T[i+j] then break;  
    }  
    If j==m then return(i);  
  }  
  return(-1);  
}
```

Onde T[] e P[] são arrays de caracteres do tipo letra e de dimensão n e m, respectivamente, "<>" é o operador lógico de desigualdade, e "==" o operador lógico de igualdade.

a) Seja o array P[] com o seguinte conteúdo:

j	0	1	2
P[j]	T	A	T

E o array T[] com o seguinte conteúdo:

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T[i]	A	T	G	A	T	A	T	T	T	G	T	A	T	G	C

Qual o valor de retorno da função x? (4 Pontos)

b) Calcule a complexidade do algoritmo da função x para o pior caso. (4 Pontos)

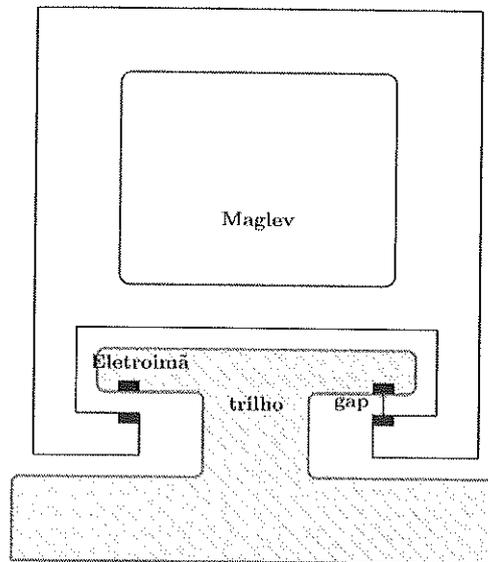
**Continuação da 7ª questão**

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2016

8ª QUESTÃO (8 pontos)

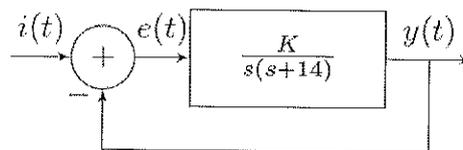
Um sistema de controle em malha fechada de um trem de levitação magnética relaciona o comportamento dinâmico do espaçamento entre o trilho e o trem  $y(t)$  (GAP INTERVAL) e a corrente elétrica  $i(t)$  que atravessa as bobinas eletromagnéticas.



A figura abaixo ilustra o sistema de controle em malha fechada onde a função de transferência do sistema é dada por:

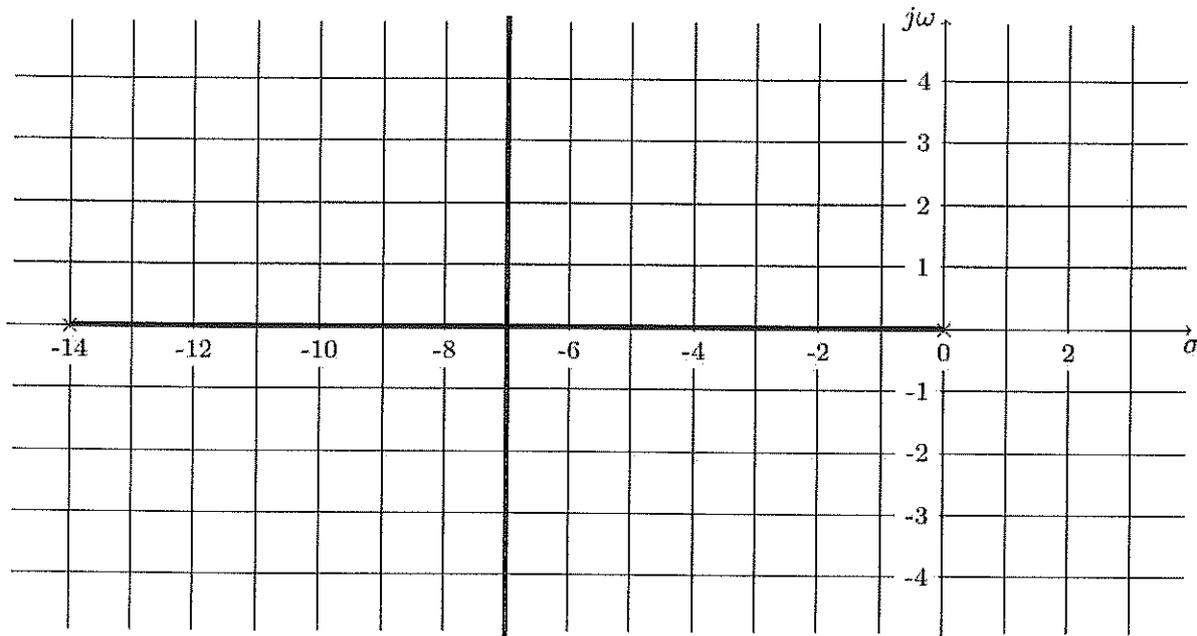
$$G(s) = \frac{K}{s(s+14)}$$

onde  $K$  é uma constante real e positiva.



- Calcule a função de transferência do sistema de controle em malha fechada:  $\frac{y(s)}{i(s)}$ . (2 pontos)
- Calcule a faixa de valores para a constante  $K$  para que o sistema de controle em malha fechada seja estável. (2 Pontos)
- O Lugar das Raízes do sistema em questão está ilustrado na figura abaixo. Utilizando o Lugar das Raízes, calcule o valor da constante  $K$  para que o sistema de controle em malha fechada possua amortecimento crítico. (4 Pontos)

Continuação da 8ª questão



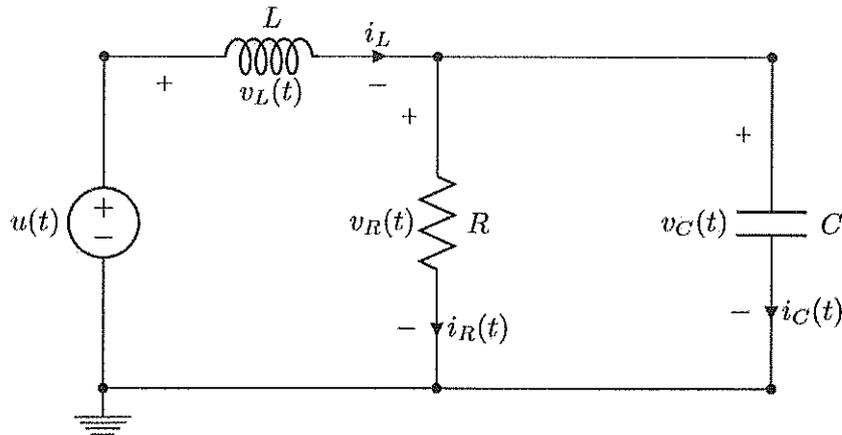
Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2016

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o circuito elétrico ilustrado abaixo.



Onde:

- $u(t)$  é o valor fornecido pela fonte de tensão;
- $C$  é o valor da capacitância;
- $v_C(t)$  é a tensão do capacitor;
- $i_C(t)$  é a corrente do capacitor;
- $L$  é o valor da indutância;
- $v_L(t)$  é a tensão do indutor;
- $i_L(t)$  é a corrente do indutor;
- $R$  é o valor da resistência;
- $v_R(t)$  é a tensão do resistor; e
- $i_R(t)$  é a corrente do resistor.

Considere que:

- $i_L(t)$  e  $v_C(t)$  são as variáveis de estado do sistema;
- $v_C(t)$  também é a variável de saída do sistema; e
- $L = \frac{1}{2}H$ ,  $R = \frac{1}{2}\Omega$ ,  $C = 1F$ .

- Calcule a representação do sistema em espaço de estados. (4 pontos)
- Calcule os autovalores do sistema. (4 pontos)

**Continuação da 9ª questão**

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2016

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2016

**10ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um gerador de funções é ajustado para fornecer um sinal senoidal definido a seguir:

$$x(t) = 5\text{sen}(\omega_0 t)$$

O sinal  $x(t)$  pode ser representado através de funções exponenciais:

$$x(t) = 5\text{sen}(\omega_0 t) = \frac{5}{2j}(e^{j\omega_0 t} - e^{-j\omega_0 t})$$

O sinal senoidal  $x(t)$  é amostrado através de um sistema A/D, utilizando uma frequência de amostragem  $\omega_s$ .

- a) Represente graficamente o espectro do sinal  $x(t)$  (gráficos de módulo e fase). (2 Pontos)
- b) Considerando a frequência angular do sinal senoidal  $\omega_0 = 20\text{rad/s}$  e a frequência de amostragem  $\omega_s = 50\text{rad/s}$ , represente graficamente o módulo do espectro do sinal amostrado no intervalo  $\omega = [-\infty, +\infty]$ . (3 Pontos)
- c) Considerando a frequência angular do sinal senoidal  $\omega_0 = 20\text{rad/s}$  e a frequência de amostragem  $\omega_s = 30\text{rad/s}$ , represente graficamente o módulo do espectro do sinal amostrado no intervalo  $\omega = [-\infty, +\infty]$ . (3 Pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2016

**Continuação da 10ª questão**

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2016