

MARINHA DO BRASIL
SERVIÇO DE SELEÇÃO DO PESSOAL DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2021)

ENGENHARIA ELETRÔNICA

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 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 noutra 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 RÉGUA SIMPLES.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DO SSPM
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2021						
	NOME DO CANDIDATO:						
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA		
			000 A 080				

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Um transistor desconhecido possuindo três terminais foi caracterizado obtendo a curva representada pela figura abaixo. No processo de caracterização, o melhor desempenho e resposta foi alcançado na configuração onde um dos terminais foi colocado na referência terra, no outro terminal foi conectado um amperímetro em série para a medição de corrente (I) ligado a uma fonte de tensão variável (V_{fonte}) e, no terceiro terminal, foi conectada uma fonte de tensão (V_e). A figura mostra uma curva de resposta da corrente I em função da tensão da fonte V_{fonte} para várias tensões de excitação V_e .

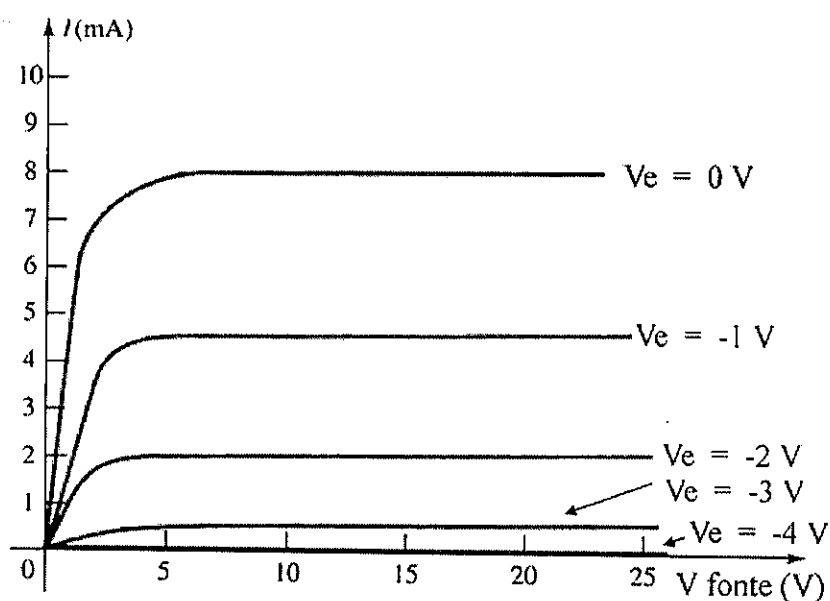


Figura - Curva da Corrente I em função da tensão V_{fonte} para várias tensões de excitação V_e .

Com base nas informações apresentadas, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) A partir das características apresentadas pela figura, indique qual é o provável tipo de transistor. Justifique a sua resposta. (1 ponto)

Continuação da 1ª questão

- b) Supondo que o transistor foi fabricado usando uma lâmina de silício tipo n, faça um desenho (corte transversal) da sua provável estrutura física. Identifique as camadas utilizadas com nomes ou denominações convenientes. (2 pontos)
- c) Conforme se observa na figura, o transistor começa a diminuir a sua condução elétrica à medida que aumenta o módulo da tensão de excitação negativa V_e . Explique o fenômeno físico desse comportamento elétrico. (1,5 pontos)
- d) Para a tensão $V_e = -4$ V, o transistor deixa de conduzir. Identifique o nome conhecido para esse fenômeno. (1 ponto)
- e) Para uma tensão V_{fonte} de 20 V para $V_e = -2$ V, a corrente entre as extremidades do transistor é de aproximadamente 2 mA. Se a tensão V_{fonte} for aumentada, essa corrente I permanece constante, mas, a partir de uma tensão elevada (ex. 35 V ou mais), a corrente I aumenta repentinamente. Explique o processo físico para esse aumento repentino de corrente. (2,5 pontos)

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2021

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2021

2ª QUESTÃO (8 pontos)

A energia elétrica renovável tem sido estudada e utilizada para substituir as energias elétricas fornecidas por fontes não sustentáveis, como motores a combustão, entre outros. Essa questão aborda o uso de módulo fotovoltaico (ou painel solar) baseado em silício (células fotovoltaicas), equipamento que converte a energia solar diretamente para energia elétrica. A figura a seguir ilustra uma curva típica de um módulo fotovoltaico.

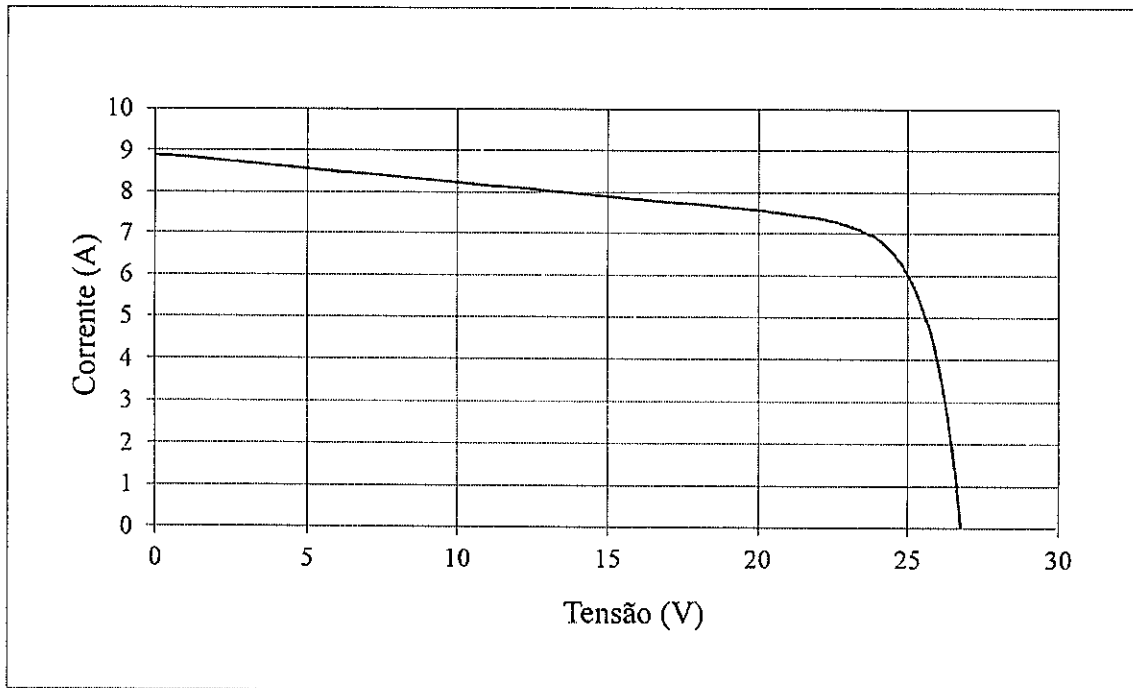


Figura - Curva de corrente por tensão típica de um módulo fotovoltaico.

De acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens abaixo.

- O circuito elétrico do módulo fotovoltaico é representado basicamente por uma fonte de corrente, um diodo ideal e uma carga resistiva R_{Load} . Modelos mais completos utilizam um resistor em série (R_s) e um resistor em paralelo (R_p). Faça um desenho desse circuito elétrico equivalente (módulo fotovoltaico, com e sem resistor R_s e R_p). (2 pontos)
- Determine, a partir da curva da figura, a potência máxima fornecida pelo módulo fotovoltaico. Apresente suas contas para definir o valor encontrado. (2 pontos)

Continuação da 2ª questão

- c) Sabendo que a curva foi feita para uma potência incidente solar de 1000 W/m^2 , calcule o rendimento (η) desse módulo fotovoltaico, conhecendo a área útil do módulo equivalente a 145 cm de altura e 69 cm de largura. (1,5 pontos)
- d) Se o sistema utilizar uma bateria automotiva de 12 V, determine, a partir da figura, a potência máxima e o rendimento do módulo fotovoltaico, assumindo que a bateria consome toda a energia fornecida na tensão especificada. (1,5 pontos)
- e) Supondo o fornecimento de energia elétrica pelo módulo fotovoltaico constante durante 4 horas por dia, calcule a potência acumulada pela bateria automotiva de 12V durante um mês (30dias). (1 ponto)

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2021

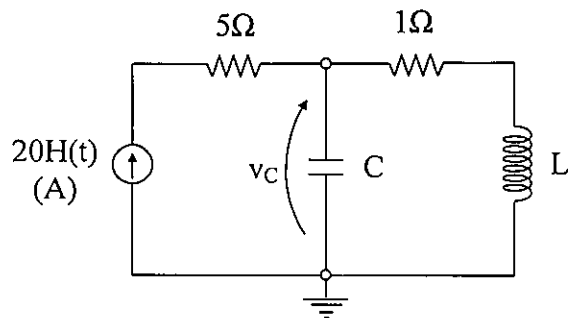
Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2021

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o circuito da figura, cujas frequências complexas próprias valem $S_{1,2} = -1 \pm j20$ (s^{-1}). Sabe-se que a tensão no capacitor, inicialmente descarregado, cresce à taxa de 720 V/s, em $t=0$. A função $H(t)$ representa o degrau de Heaviside.



Com base nas informações apresentadas, determine:

- os valores aproximados do indutor e do capacitor; e (3 pontos)
- os parâmetros K , A_1 , A_2 que descrevem a tensão do capacitor (em V), dada por $v_c(t) = e^{-t}[A_1 \cos 20t + A_2 \sin 20t] + K$. (5 pontos)

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2021

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Sobre a potência elétrica de circuitos em regime permanente senoidal, faça o que se pede.

a) Determine qual é a potência ativa consumida por uma carga de impedância $Z = 5\sqrt{60} \Omega$ cuja tensão aplicada vale 100V eficazes.
(3 pontos)

b) Tem-se três componentes ligados em paralelo:

- um resistor consumindo 5 W;
- um gerador de tensão de 100 V eficazes e frequência angular de $\frac{250}{\sqrt{3}}$ rad/s; e
- Um capacitor.

Sabendo-se que o fator de potência do conjunto é $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (capacitivo), determine os valores do resistor e do capacitor. (5 pontos)

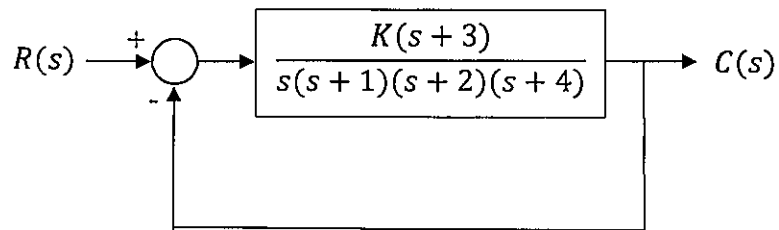
Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2021

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o seguinte sistema de controle.



Com base nos dados apresentados, faça o que se pede.

- Determine os valores de K para os quais o sistema em malha fechada é estável. (3,0 pontos)
- Esboce o Lugar Geométrico das Raízes (LGR), indicando claramente os pontos de partida e chegada, os segmentos no eixo real e calcule, se houver, os pontos de intersecção do LGR com o eixo imaginário, indicando a frequência e o ganho associados. (5,0 pontos)

Continuação da 5ª questão

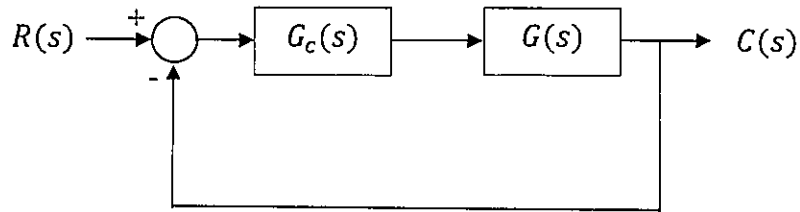
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2021

Continuação da 5ª questão

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o seguinte sistema de controle.



onde

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 60s + 675}$$

Com base nos dados informados, faça o que se pede nos itens a seguir.

a) Esboce o Lugar Geométrico das Raízes considerando $G_c(s) = K$, indicando claramente os pontos de partida e chegada, os segmentos no eixo real e o ponto em que o LGR deixa o eixo real. (3,0 pontos)

b) Considere agora um compensador PID dado por

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_D s \right)$$

Determine os valores de K_p , T_i e T_D que satisfazem as seguintes especificações:

- i. sistema de malha fechada com erro estacionário nulo para $r(t)$ degrau unitário; e
- ii. cancelamento dos polos de malha aberta do sistema e imposição de uma constante de tempo de 10 s para o sistema de malha fechada. (5,0 pontos)

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2021

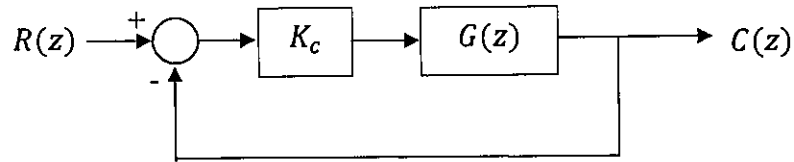
Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2021

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o seguinte sistema de controle a tempo discreto, operando com uma frequência de amostragem de 10Hz.



Onde: $K_c > 0$; e

$$G(z) = \frac{1}{(z-0,1)(z+0,7)}$$

Com base nas informações apresentadas, faça o que se pede.

- Determine se o sistema em malha aberta dado por $G(z)$ é estável em malha aberta. Justifique sua resposta. (2 pontos)
- Determine se a resposta ao degrau do sistema em malha aberta dado por $G(z)$ é oscilatória. Justifique sua resposta. (2 pontos)
- Determine o que ocorre com a estabilidade do sistema em malha fechada na situação em que $K_c \rightarrow 0^+$. (2 pontos)
- Determine o que ocorre com a estabilidade do sistema em malha fechada na situação em que $K_c \rightarrow \infty$. (2 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA
20 de 28

Concurso: CP-CEM/2021

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o sistema dinâmico dado por:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \cdot u(t)$$

$$y(t) = [1 \ 0] \cdot x(t)$$

com $x(t)$ e $\dot{x}(t) \in \mathbb{R}^{2 \times 1}$, $u(t)$ e $y(t) \in \mathbb{R}^{1 \times 1}$.

De acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

a) Determine se o sistema é estável para $u(t) = 0$. (3,0 pontos)

b) Considere a seguinte lei de controle: (5,0 pontos)

$$u(t) = -[2 \ 3] \cdot x(t)$$

Determine se o sistema em malha fechada com essa lei de controle é estável e quais são os seus polos.

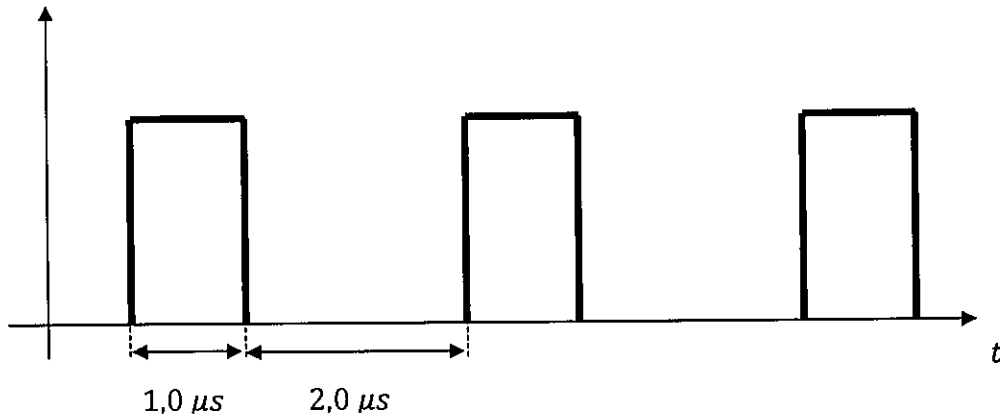
Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2021

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o trem de pulsos retangulares dado pela figura abaixo:



Os pulsos têm amplitudes de 1,0V, largura de 1,0 μs e são espaçados de 2,0 μs.

O trem de pulsos é transmitido por um canal com função de transferência dada por:

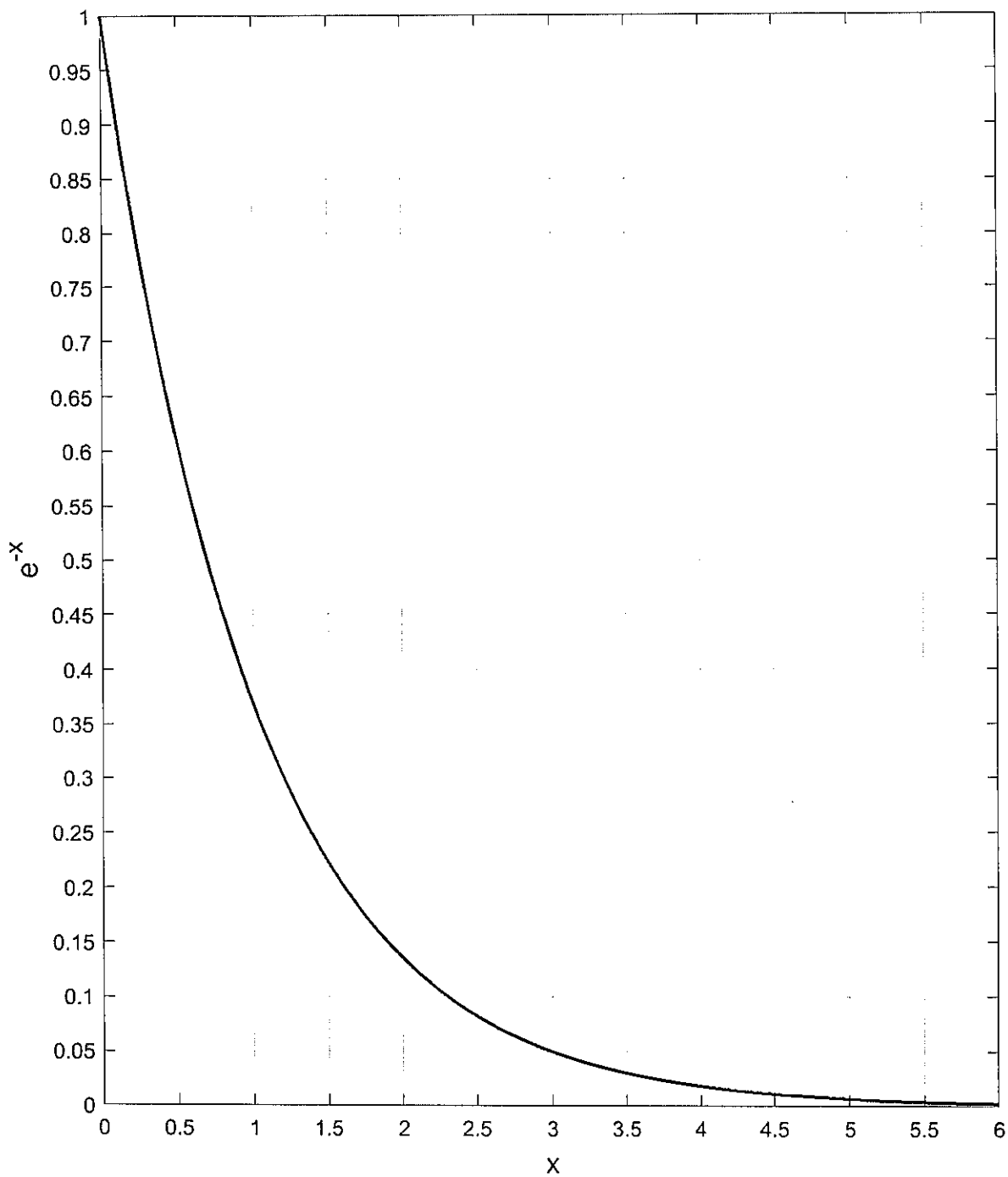
$$H(\omega) = \frac{1}{j\frac{\omega}{a} + 1}$$

com $a = 1,0 \times 10^6$ para ω dado em rad/s.

Determine a interferência causada por um pulso nos pulsos subsequentes.

Caso seja necessário calcular exponenciais, use o gráfico da próxima página.

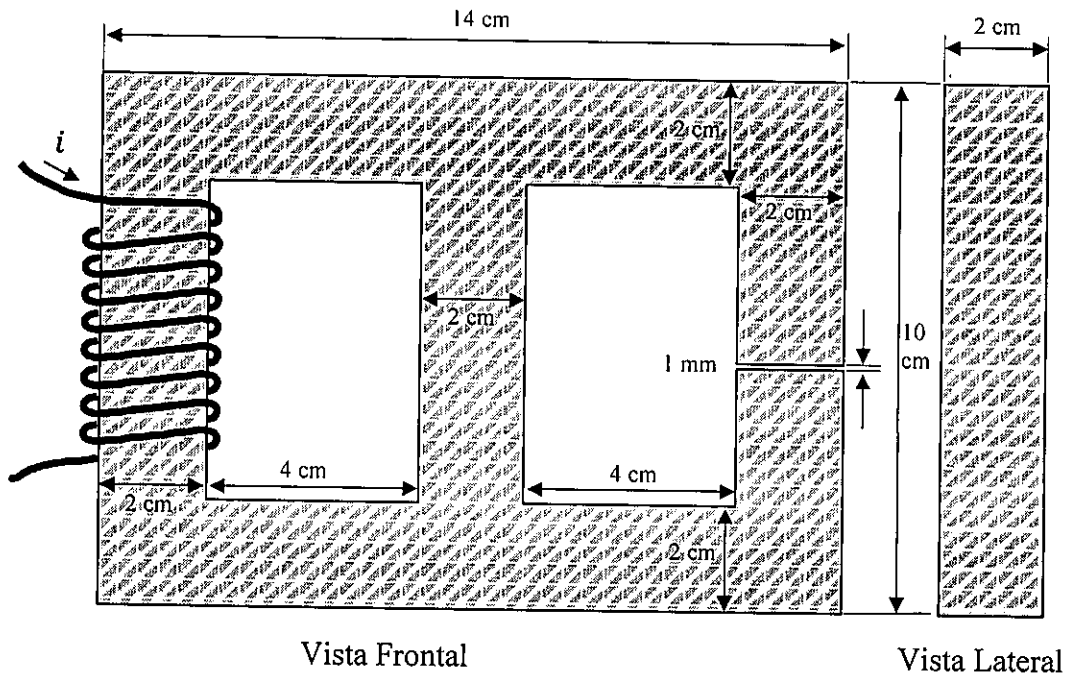
Continuação da 9ª questão



Continuação da 9ª questão

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere a estrutura magnética da figura, construída com material ferromagnético de permeabilidade relativa $\mu_R = 4000$, na qual há um entreferro de 1 mm. A bobina de excitação possui 600 espiras.



O valor da permeabilidade no vácuo é dado por $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m. Para os cálculos, considere $\pi = 3,1416$.

Calcule o valor da corrente de excitação i para que se estabeleça uma densidade de fluxo magnético de $0,3 \text{ Wb/m}^2$ no entreferro.

Continuação da 10ª questão

Continuação da 10ª questão

