



Instruções

1- Você está recebendo o seguinte material:

a) este caderno com o enunciado das 7 (sete) questões comuns a todos os formandos e de outras 15 (quinze) questões específicas, das quais você deverá responder a 3 (três), à sua escolha, e das questões relativas às impressões sobre a prova, assim distribuídas:

Partes	N ^{os} das Questões	N ^{os} das pp. neste Caderno	Valor de cada questão
Questões comuns	1 a 7	2 a 7	10,0
Questões específicas	8 a 22	9 a 26	10,0
Impressões sobre a prova	1 a 17	27	—

b) O1 Caderno de Respostas em cuja capa existe, na parte inferior, um cartão destinado às respostas das questões relativas às **impressões sobre a prova**. O desenvolvimento e as respostas das questões discursivas deverão ser feitos a caneta esferográfica de tinta preta e dispostos nos espaços especificados nas páginas do Caderno de Respostas.

2 - Verifique se este material está em ordem e se o seu nome no CARTÃO-RESPOSTA está correto. Caso contrário, notifique **IMEDIATAMENTE** a um dos Responsáveis pela sala.

3 - Após a conferência do seu nome no CARTÃO-RESPOSTA, você deverá assiná-lo no espaço próprio, utilizando caneta esferográfica de tinta preta.

4 - Esta prova é individual. Você **PODE** usar **calculadora e régua**; entretanto são **vedadas** qualquer **comunicação** e troca de material entre os presentes, **consultas** a material bibliográfico, cadernos ou anotações de qualquer espécie.

5 - Quando terminar, entregue a um dos Responsáveis pela sala o CARTÃO-RESPOSTA grampeado ao Caderno de Respostas e assine a Lista de Presença. Cabe esclarecer que nenhum graduando deverá retirar-se da sala **antes** de decorridos **90 (noventa) minutos** do início do Exame.

6 - Você **pode** levar este **CADERNO DE QUESTÕES**.

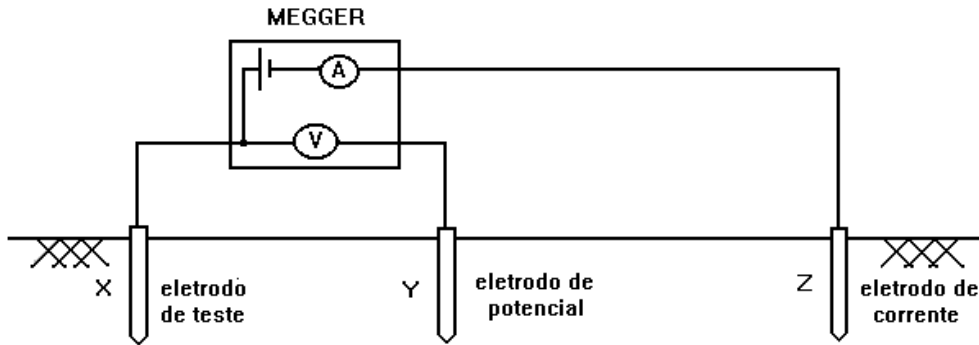
OBS.: Caso ainda não o tenha feito, entregue ao Responsável pela sala o cartão com as respostas ao questionário-pesquisa e as eventuais correções dos seus dados cadastrais. Se não tiver trazido as respostas ao questionário-pesquisa, você poderá enviá-las diretamente à DAES/INEP (Esplanada dos Ministérios, Bloco L - Anexo II - Brasília, DF - CEP 70047-900).

7 - **VOCÊ TERÁ 04 (QUATRO) HORAS PARA RESPONDER ÀS QUESTÕES DISCURSIVAS E DE IMPRESSÕES SOBRE A PROVA.**

OBRIGADO PELO PARTICIPAÇÃO!

1

O aterramento é um item essencial para a segurança das instalações elétricas, sendo a resistência de terra seu principal parâmetro característico. Um dos métodos de medição da resistência de terra emprega o “Megger” (“Meg Earth Tester”); o instrumento cujo esquema interno está representado na figura, de forma simplificada, por um voltímetro V e um amperímetro A em série com a bateria. Os eletrodos são de alta condutividade.



- a) Esboce o circuito equivalente do diagrama mostrado na figura e determine a expressão da resistência de terra, considerando que a resistência do voltímetro é muito elevada e que a do amperímetro pode ser desprezada. **(valor: 8,0 pontos)**
- b) Apresente duas possíveis providências para reduzir a resistência de terra, caso a resistência medida tenha ultrapassado o limite de 5Ω especificado pela norma de segurança para esta situação. **(valor: 2,0 pontos)**

2

Como engenheiro responsável pelo estudo da viabilidade econômica da instalação de uma nova linha de produção de componentes na indústria eletro-eletrônica onde trabalha, você deverá realizar a análise do ponto de equilíbrio que define o nível de produção em que a receita das vendas equilibra os custos totais. Para isso, você levantou as informações a seguir.

- A nova linha vai produzir um único tipo de componente.
- O custo fixo mensal dessa linha de produção será R\$ 1.480.000,00.
- O custo variável unitário do componente será R\$ 485,00.
- O componente a ser produzido será vendido pelo preço unitário de R\$ 633,00.

- a) Calcule o nível de produção, em número de componentes, da nova linha em seu ponto de equilíbrio. **(valor: 5,0 pontos)**
- b) Calcule o nível mensal de produção dessa nova linha, em número de componentes, para que opere com lucro bruto de 10% de suas receitas totais. **(valor: 5,0 pontos)**

Com o auxílio de um microcomputador, deseja-se gerar uma tabela que contenha os valores do co-seno dos ângulos de 0° a 360°, variando de 30° em 30°, e empregando os primeiros 17 elementos da série

$$\cos X = 1 - \frac{X^2}{2!} + \frac{X^4}{4!} - \frac{X^6}{6!} + \frac{X^8}{8!} - \frac{X^{10}}{10!} + \frac{X^{12}}{12!} - \frac{X^{14}}{14!} + \dots$$

Nessa série, X representa o ângulo, em radianos.

A seguir, é apresentado em pseudocódigo o algoritmo para geração da tabela.

algoritmo TABELA

variáveis

numérico : X, Y, n, PI, termo, cosx

{ Y representa a variável que armazena o ângulo em graus }

{ X representa a variável que armazena o ângulo em radianos }

{ n representa a variável utilizada no loop para determinar o cos(x) através dos primeiros 17 elementos da série }

{ PI representa a variável que deve armazenar 3,1416 }

{ termo representa a variável que armazena os termos da série }

{ cosx representa a variável que deve armazenar o valor do cos(x) }

função FATORIAL(NR:numérico):numérico

Lacuna 1

fim-função-FATORIAL

{ corpo do algoritmo }

início

PI ← 3,1416

Lacuna 2

fim-do-algoritmo.

- a) Escreva a expressão da lei de formação que será empregada no algoritmo. **(valor: 3,0 pontos)**
- b) Apresente, a função recursiva para o FATORIAL que emprega o conceito de passagem de parâmetro, que deve constar na **lacuna 1**. **(valor: 3,0 pontos)**
- c) Apresente a seqüência de instruções que deve constar na **lacuna 2**. **(valor: 4,0 pontos)**

Dados / Informações Técnicas

- Observar que, para a expressão $C = A^B$, não é permitida a seguinte codificação.

$$C \leftarrow A ** B$$

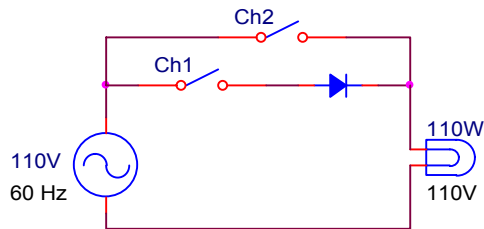
- Deve-se buscar uma alternativa, com o emprego das funções EXP e LN. Para isso, sabe-se que:

$$\text{se } M = e^N, \text{ então } M \leftarrow \text{EXP}(N) \quad \text{e} \quad \text{se } P = \ln Q, \text{ então } P \leftarrow \text{LN}(Q)$$

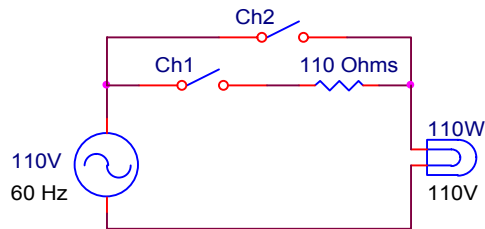
Diante da necessidade de economizar energia elétrica convertida em iluminação, foram propostos os quatro circuitos apresentados abaixo. Em cada um deles, as chaves Ch1 e Ch2 permitem ativar a iluminação e, ainda, de acordo com suas posições, selecionar duas modalidades de consumo: *consumo baixo* ou *consumo pleno*.

Para cada um dos quatro circuitos, indique a posição (aberta ou fechada) de cada uma das duas chaves na modalidade de *consumo baixo*, e calcule a potência utilizada para a iluminação.

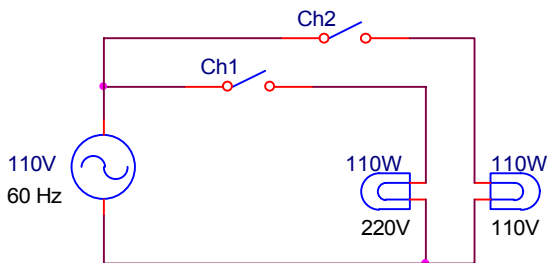
(valor: 10,0 pontos)



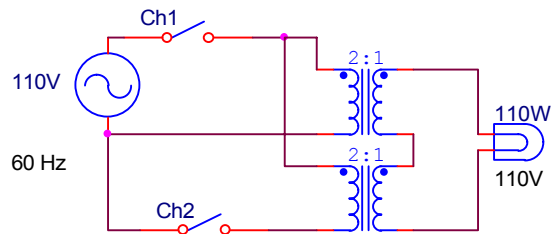
Circuito 1



Circuito 2



Circuito 3



Circuito 4

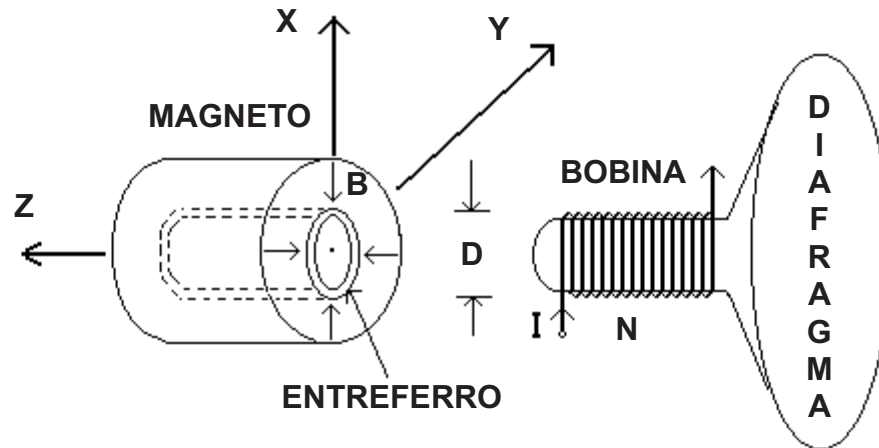
Dados / Informações Técnicas

Nos circuitos, para cada lâmpada foram especificadas a tensão e a potência nominais. Considere os componentes ideais.

Num alto-falante, para a reprodução fiel da voz, é necessário que a força exercida sobre o diafragma seja diretamente proporcional à corrente elétrica I da bobina, conforme representado na figura. Como se pode observar, o magneto cilíndrico apresenta um campo radial apontado para seu eixo. No entreferro é inserida a parte cilíndrica, onde se encontra enrolada a bobina que, quando alimentada com uma corrente I , provoca o movimento do diafragma pela ação de uma força F .

Determine o vetor força \vec{F} , por unidade de corrente, que atua no diafragma.

(valor: 10,0 pontos)



Dados / Informações Técnicas

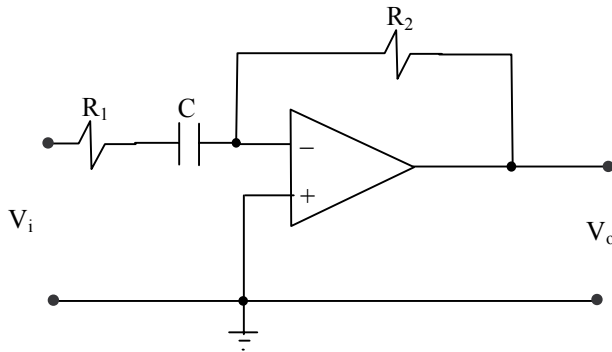
$$D = 2 \text{ cm}$$

$$B = 0,85 \text{ Wb/m}^2$$

$$N = 30 \text{ espiras}$$

$$\vec{dF} = I \vec{dL} \times \vec{B}$$

O circuito da figura representa um amplificador com desacoplamento DC, implementado com um amplificador operacional.



A função de transferência desse circuito é:

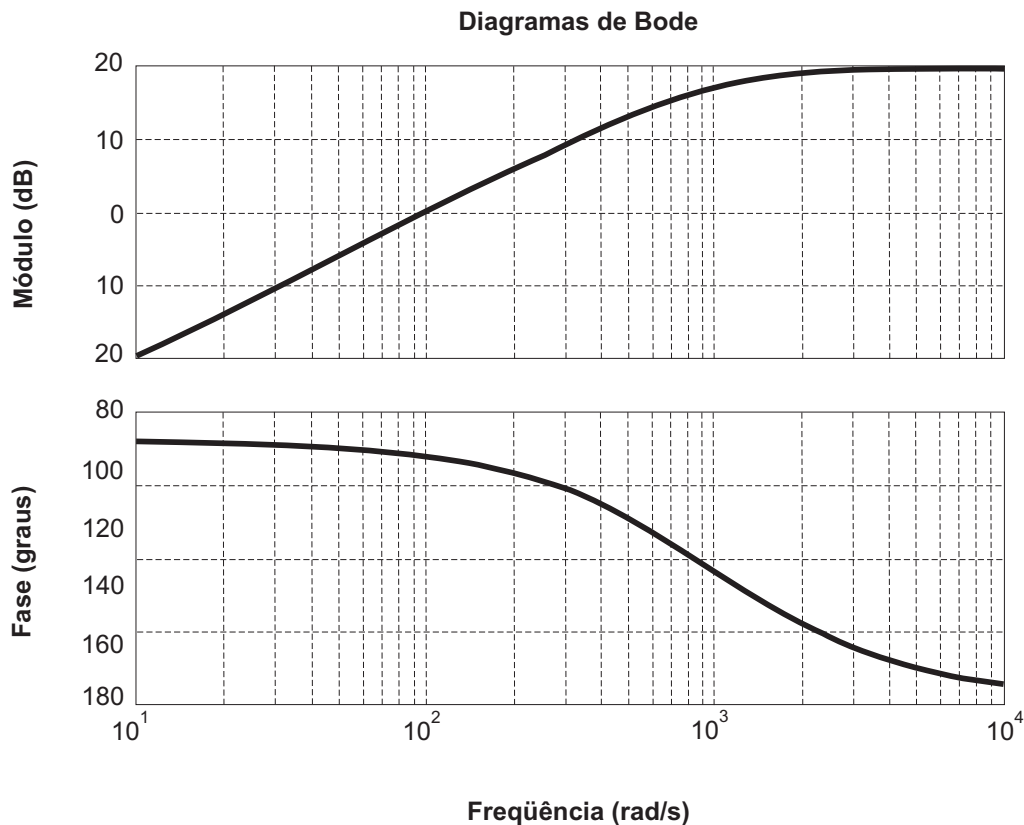
$$G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = - \frac{Ks}{s + \tau} \quad \text{onde} \quad K = \frac{R_2}{R_1} \quad \tau = \frac{1}{R_1 C}$$

a) Os Diagramas de Bode em módulo e fase representam a resposta em frequência, obtida em ensaio de laboratório, para a função $G(s)$. Com base nesses Diagramas, estime os valores de R_1 e R_2 , considerando que o capacitor de desacoplamento é de $10 \mu\text{F}$. **(valor: 6,0 pontos)**

b) Ainda a partir desses Diagramas, calcule a tensão de saída quando a tensão de entrada for

$$v_i(t) = 10 \cos(10^2 t + 40^\circ)$$

(valor: 4,0 pontos)



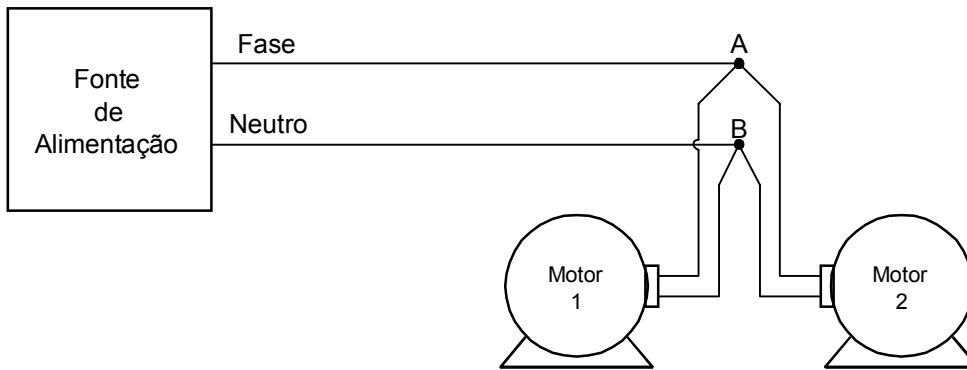
Em uma indústria, você é responsável pela instalação de dois motores monofásicos de 127 V e 60 Hz, cujos dados constam da tabela.

Motor	Potência	Rendimento	Fator de potência
1	1 HP	60%	0,70 indutivo
2	2 HP	70%	0,95 capacitivo

Você dispõe, ainda, das informações a seguir.

- O motor 2 é de um tipo especial, por ter um capacitor ligado em série com o enrolamento.
- A impedância entre a fonte de alimentação e os pontos A e B é 0,2 ohm.
- A impedância entre cada motor e os pontos A e B é desprezível.

A instalação deverá ser feita de acordo com a figura.



Calcule:

- a) a potência total consumida pelo conjunto de motores; (valor: 3,0 pontos)
- b) o fator de potência do conjunto de motores; (valor: 3,0 pontos)
- c) a corrente total fornecida pela fonte de alimentação, quando os dois motores estiverem simultaneamente ligados em regime permanente; (valor: 2,0 pontos)
- d) a queda de tensão, em volts, entre a fonte de alimentação e os pontos A e B. (valor: 2,0 pontos)

Dados / Informações Técnicas

1 HP = 746 W

ATENÇÃO!

- 1 – A seguir serão apresentadas as questões de n^{os} 8 a 22, relativas às matérias de Formação Profissional Específica, distribuídas de acordo com as seguintes ênfases:

ELETROTÉCNICA:	Questões 8, 9 e 10
ELETRÔNICA:	Questões 11, 12 e 13
TELECOMUNICAÇÕES:	Questões 14, 15 e 16
COMPUTAÇÃO:	Questões 17, 18 e 19
AUTOMAÇÃO E CONTROLE:	Questões 20, 21 e 22

- 2 – Deste conjunto, você deverá responder a apenas 3 (três) questões, que deverão ser livremente selecionadas por você, podendo, inclusive, ser de ênfases (especialidades da Engenharia Elétrica) diferentes.
- 3 – Você deve indicar as 3 (três) que escolheu no local apropriado no Caderno de Respostas.
- 4 – Se você responder a mais de 3 (três) questões, as excedentes **NÃO** serão corrigidas.

8 - ELETROTÉCNICA

O ano de 2001 ficará marcado na memória dos brasileiros como o ano em que cada cidadão teve que mudar seus hábitos de consumo de energia elétrica, para que o País não entrasse num colapso de abastecimento. Dentre as várias alternativas para a diminuição desse consumo, foi levantada a hipótese de redução da tensão operativa do sistema.

A demanda por energia elétrica consiste basicamente de cargas do tipo **potência constante**, como motores, em geral, e de cargas do tipo **impedância constante**, como iluminação e aquecimento, cujas curvas características são apresentadas nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

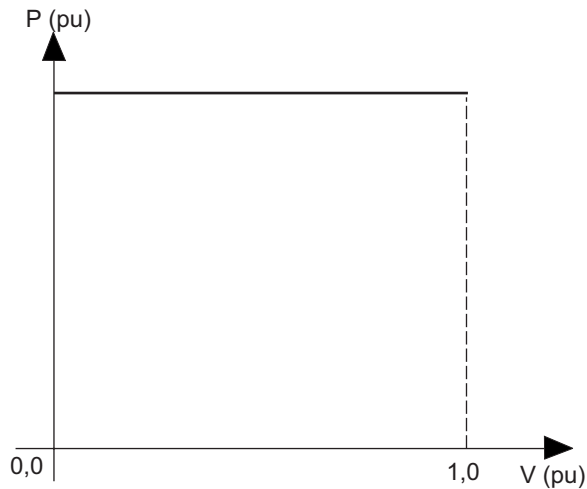


Figura 1
Carga tipo potência constante

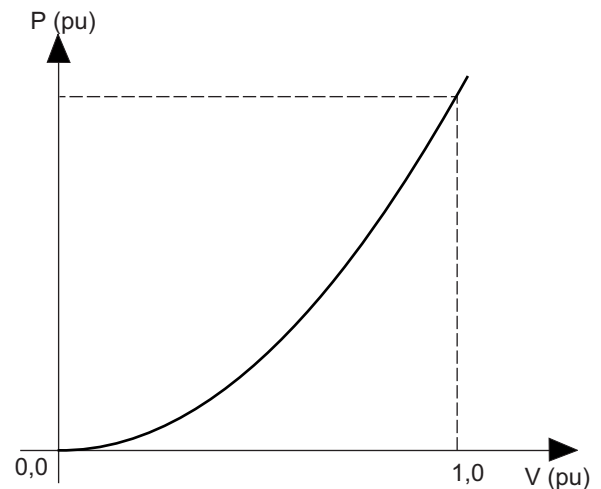


Figura 2
Carga tipo impedância constante

- Calcule o percentual de redução da potência ativa consumida, para uma redução de 5% na tensão nominal operativa do sistema elétrico, considerando que a composição da carga total seja de 50% de cada tipo. **(valor: 5,0 pontos)**
- Enumere três desvantagens da adoção da hipótese de redução da tensão operativa do sistema, do ponto de vista do consumidor. **(valor: 3,0 pontos)**
- Considerando apenas o caso das cargas de aquecimento ou resfriamento, com controle de temperatura, o consumo de energia elétrica sofrerá aumento, diminuição ou não irá se alterar? Justifique sua resposta. **(valor: 2,0 pontos)**

9 - ELETROTÉCNICA

Uma linha de transmissão de 345 kV e 60 Hz tem a configuração de dois condutores cilíndricos por fase, conforme apresenta a Figura 1. Cada condutor da linha múltipla possui RMG próprio de 1,2 cm.

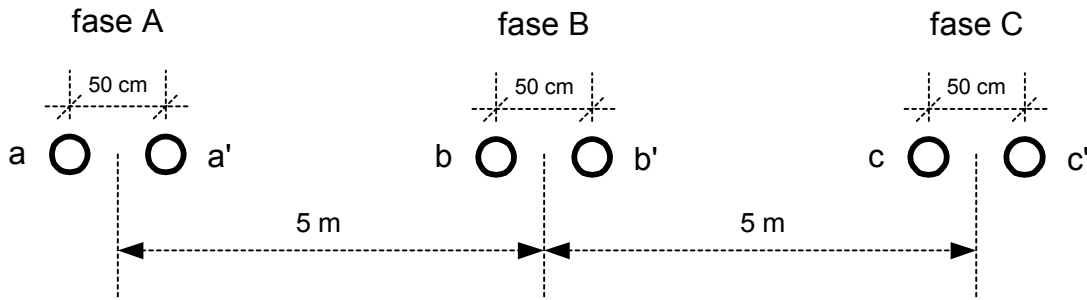


Figura 1

- Determine o valor da DMG própria de cada fase, também conhecida como RMG. **(valor: 2,0 pontos)**
- Determine o valor da DMG mútua da linha de transmissão. **(valor: 2,0 pontos)**
- Calcule a reatância indutiva da linha de transmissão em ohm/km por fase. **(valor: 2,0 pontos)**
- Explique a razão pela qual são empregados condutores múltiplos por fase nas linhas de transmissão. **(valor: 2,0 pontos)**
- Explique por que devem ser transpostas as linhas de transmissão que apresentam espaçamentos não equiláteros entre suas fases. **(valor: 2,0 pontos)**

Dados / Informações Técnicas

RMG = Raio Médio Geométrico

DMG = Distância Média Geométrica

$$L = \frac{\mu}{2\pi} \ln \left(\frac{DMG_{mútua}}{DMG_{própria}} \right),$$

onde L é a indutância e μ é a permeabilidade magnética ($\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m).

A Figura 2 apresenta a configuração genérica de uma Fase X e uma Fase Y, em que a Fase Y é o retorno da Fase X.

A Fase X é composta por n condutores idênticos e paralelos. A Fase Y é composta por m condutores também idênticos e paralelos.

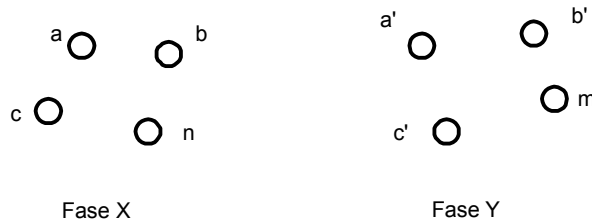


Figura 2

Para essa configuração, tem-se:

A $DMG_{própria}$ de X é

$$DMG_{própria} = \sqrt[n^2]{(D_{aa}D_{ab}D_{ac} \cdots D_{an})(D_{ba}D_{bb}D_{bc} \cdots D_{bn}) \cdots (D_{na}D_{nb}D_{nc} \cdots D_{nm})}$$

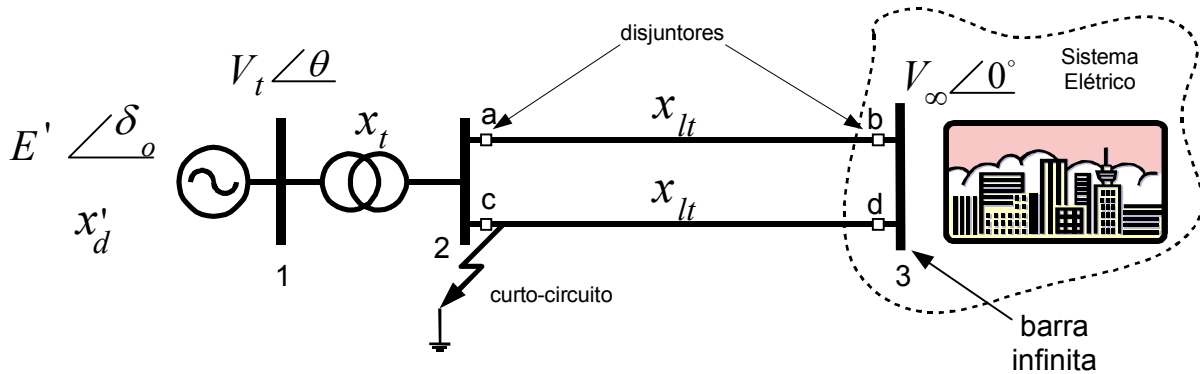
A $DMG_{mútua}$ de X para Y é

$$DMG_{mútua} = \sqrt[n \times m]{(D_{aa'}D_{ab'}D_{ac'} \cdots D_{am})(D_{ba'}D_{bb'}D_{bc'} \cdots D_{bm}) \cdots (D_{na'}D_{nb'}D_{nc'} \cdots D_{nm})}$$

A DMG mútua de uma linha polifásica é a média geométrica das DMGs mútuas entre as suas fases.

10 - ELETROTÉCNICA

Um gerador síncrono trifásico, 60Hz, 20kV, 2 pólos, de um produtor independente de energia elétrica, está conectado ao sistema elétrico por meio de um transformador elevador de tensão e de duas linhas de transmissão em paralelo, conforme mostra a figura.



Um curto-circuito trifásico ocorre em uma das linhas de transmissão, junto ao barramento 2, e é eliminado pela abertura dos disjuntores c e d. Esses disjuntores são instantaneamente religados, de forma a não alterar a topologia do sistema.

- Calcule o tempo máximo de abertura dos disjuntores para que o gerador permaneça em sincronismo com o sistema, dadas as condições de operação acima descritas. **(valor: 4,0 pontos)**
- Desenhe esquematicamente, no plano $P_e \times \delta$, o critério das áreas iguais, nas condições de curto-circuito acima descritas. **(valor: 3,0 pontos)**
- O tempo máximo de eliminação do curto-circuito seria maior, menor ou igual ao de outro gerador fisicamente maior que o considerado no item a? Justifique sua resposta. **(valor: 2,0 pontos)**
- Na barra infinita, o que ocorre com a tensão e a frequência? **(valor: 1,0 ponto)**

Dados / Informações Técnicas

$V_\infty = 1,0$ pu é o módulo da tensão na barra infinita.

$V_t = 1,0$ pu é o módulo da tensão terminal do gerador.

$P_e = 1,0$ pu é a potência ativa gerada.

$x'_d = 0,5$ pu é a reatância transitória de eixo direto.

$x_t = 0,1$ pu é a reatância do transformador.

$x_{lt} = 0,5$ pu é a reatância de cada uma das linhas de transmissão.

Para um curto-circuito trifásico no local indicado, o ângulo máximo e o tempo máximo de abertura dos disjuntores são dados pelas expressões a seguir.

$$\delta_{\max} = \cos^{-1} \left[(\pi - 2\delta_o) \text{sen}(\delta_o) - \cos(\delta_o) \right]$$

$$t_{\max} = \sqrt{\frac{4H(\delta_{\max} - \delta_o)}{\omega_s P_m}}$$

δ_o é o ângulo da tensão interna do gerador antes do curto-circuito.

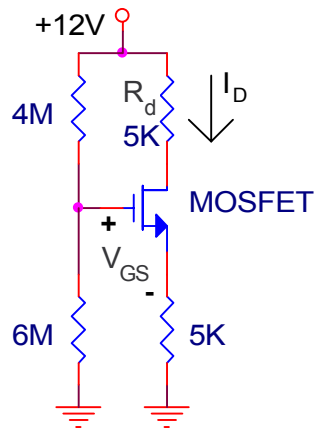
$H = 2,0$ segundos é a constante de inércia do rotor do gerador.

ω_s é a velocidade síncrona do rotor, em rad/s.

P_m é a potência mecânica no eixo do rotor, considerada constante.

11 - ELETRÔNICA

Para ser empregado como amplificador, o Transistor de Efeito de Campo (FET) tipo enriquecimento, construído com tecnologia MOS, deve operar na região de saturação. O circuito da figura apresenta um amplificador com MOSFET de canal N operando na região de saturação.



Calcule:

- a) a corrente de dreno (I_D); (valor: 4,0 pontos)
- b) a tensão entre a porta e a fonte (V_{GS}); (valor: 2,0 pontos)
- c) o valor máximo de R_d para que o transistor se mantenha operando na região de saturação. (valor: 4,0 pontos)

Dados / Informações Técnicas

- Características físicas do MOSFET:

$V_t = 1V$ é a tensão de limiar.

$\mu_n \cdot C_{ox} = 40 \mu A / V^2$ é o "parâmetro de condutância do processo".

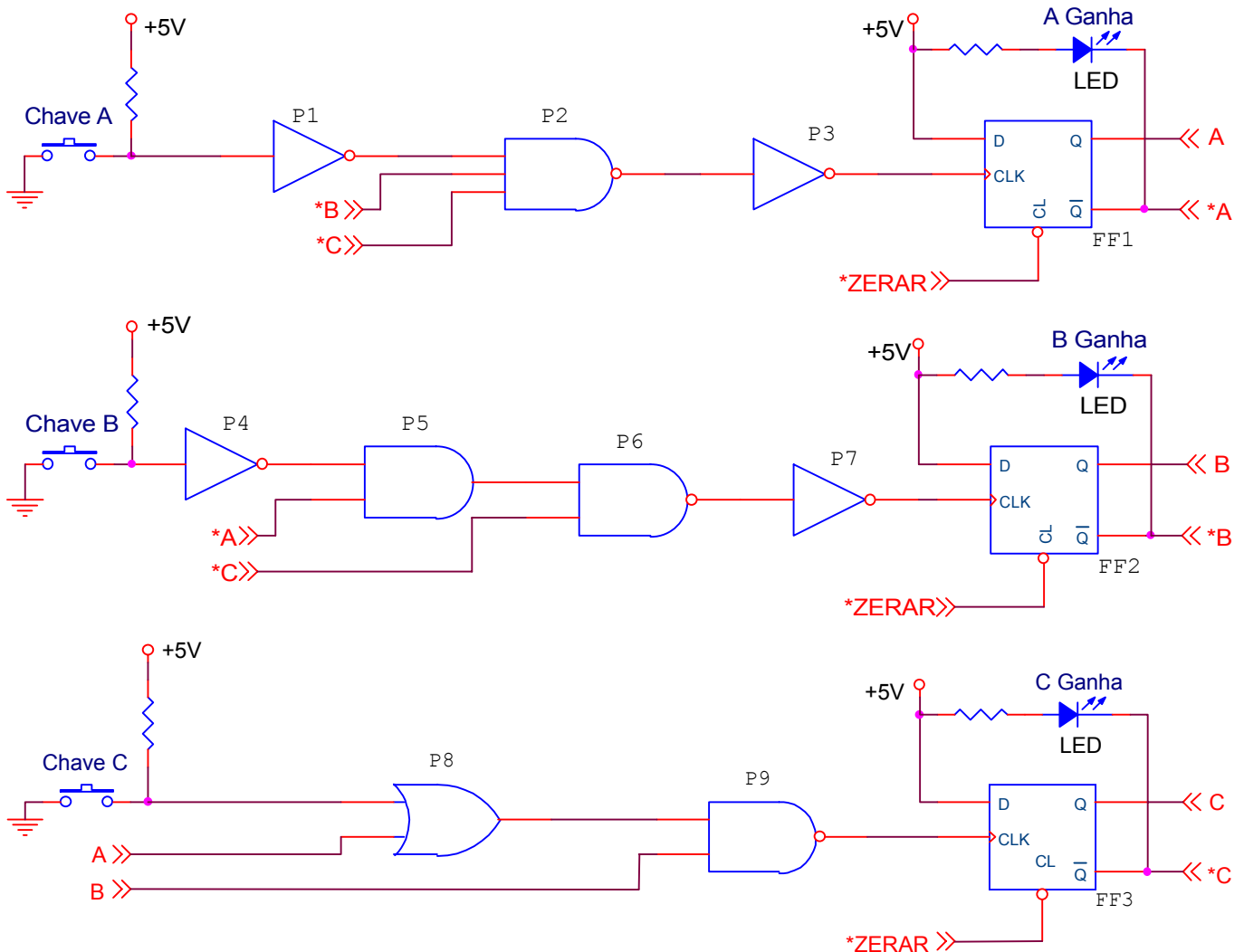
$W = 250 \mu m$ é a largura do transistor.

$L = 10 \mu m$ é o comprimento do transistor.

- Equação da corrente de dreno: $I_D = \frac{1}{2} \cdot \mu_n \cdot C_{ox} \cdot \frac{W}{L} \cdot (V_{GS} - V_t)^2$

12 - ELETRÔNICA

Há programas de auditório em que três competidores, A, B, e C, acionam cada qual um botão, quando descobrem a solução de uma pergunta. É necessário definir com precisão qual deles acionou seu botão (chave A, B ou C da figura) em primeiro lugar. Para atender a esse propósito, a figura apresenta o circuito de um dispositivo que identifica qual das três chaves foi acionada em primeiro lugar. O dispositivo emprega nove portas, numeradas de P1 a P9, e três "flip-flops", numerados FF1, FF2 e FF3. Entretanto, foram detectados dois problemas nesse circuito: erro na seleção de uma porta e falhas de temporização.



- Identifique a porta errada e indique qual deveria ser colocada em seu lugar. **(valor: 5,0 pontos)**
- Determine, para cada chave, quanto tempo antes das demais ela deve ser acionada para garantir que somente seu LED seja aceso. **(valor: 3,0 pontos)**
- Indique quais LEDs serão acesos, caso as três chaves sejam acionadas simultaneamente. **(valor: 2,0 pontos)**

Dados / Informações Técnicas

- Cada porta apresenta um atraso de resposta de 10 ns.
- Os "flip-flops" são acionados pelo flanco de subida em sua entrada CLK, e apresentam um atraso de 30 ns.
- Considere as chaves ideais.
- Os símbolos $\text{---}\llcorner A$ e $A \gg\text{---}$ são empregados para indicar a conexão elétrica entre dois pontos do circuito.

14 - TELECOMUNICAÇÕES

Um aspecto fundamental na propagação do sinal rádio-móvel é o fenômeno de multipercurso, ocasionado principalmente pelas reflexões desse sinal nos obstáculos localizados nos arredores do receptor. Um pesquisador, com o intuito de analisar o ângulo de chegada desses multipercursos, montou sobre um veículo, como mostrado na Figura 1, um arranjo colinear vertical de três dipolos de meia onda e, como referência, um monopolo vertical.

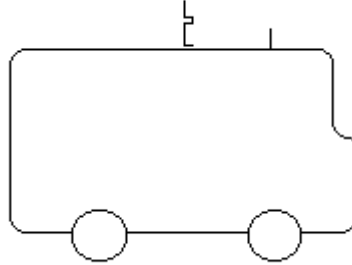


Figura 1

- a) As medidas de intensidade média dos sinais recebidos pelas duas antenas indicaram que, dentro de um ângulo de até 16° acima da horizontal, o arranjo apresentava valores 4 dB acima daqueles medidos no monopolo. Observou-se ainda que, na situação de visada direta, o arranjo novamente apresentava 4 dB acima do monopolo. Com relação ao multipercurso, o que se pode concluir com base nessas medições? **(valor: 3,0 pontos)**
- b) Quando o arranjo linear é empregado na transmissão, o controle das fases das correntes que alimentam os dipolos permite variar a direção do lóbulo principal de irradiação. Com as variáveis especificadas na Figura 2, calcule a menor defasagem relativa entre as correntes para se inclinar o lóbulo 15° para baixo. ($\theta = 105^\circ$). **(valor: 7,0 pontos)**

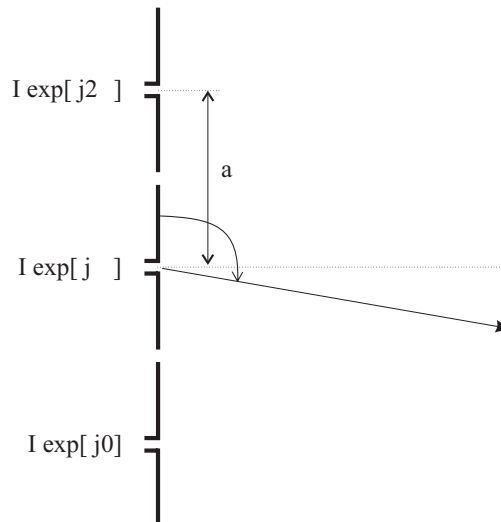


Figura 2

Dados / Informações Técnicas

Despreze o espaçamento entre os terminais dos dipolos.

$$E_T = E_o N C_N(\Phi)$$

$$C_N(\Phi) = \frac{\text{sen}(N\Phi)}{N \text{sen} \Phi}$$

$$\Phi = (k a \cos \theta - \alpha) / 2$$

$$k = 2\pi / \lambda$$

E_T é o campo elétrico irradiado pelo conjunto colinear no plano vertical.

E_o é o campo elétrico irradiado pelo dipolo de meia onda no plano vertical.

C_N é o fator de conjunto.

k é a constante de fase dos campos irradiados.

α é a defasagem entre as correntes dos elementos do conjunto.

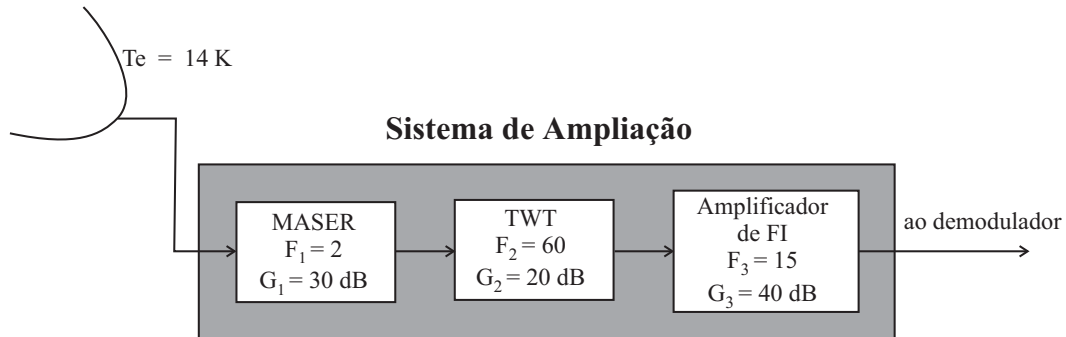
N é o número de elementos do conjunto.

a é o espaçamento entre os pontos de alimentação dos dipolos.

λ é o comprimento de onda.

15- TELECOMUNICAÇÕES

Na comunicação com satélites, a grande perda de propagação do sinal é compensada pelo emprego de vários amplificadores no sistema receptor, como pode ser visto na Figura. A antena, com 14 Kelvins de temperatura efetiva de ruído, alimenta o sistema de amplificação do receptor, formado por três amplificadores: MASER, TWT e Amplificador de FI.



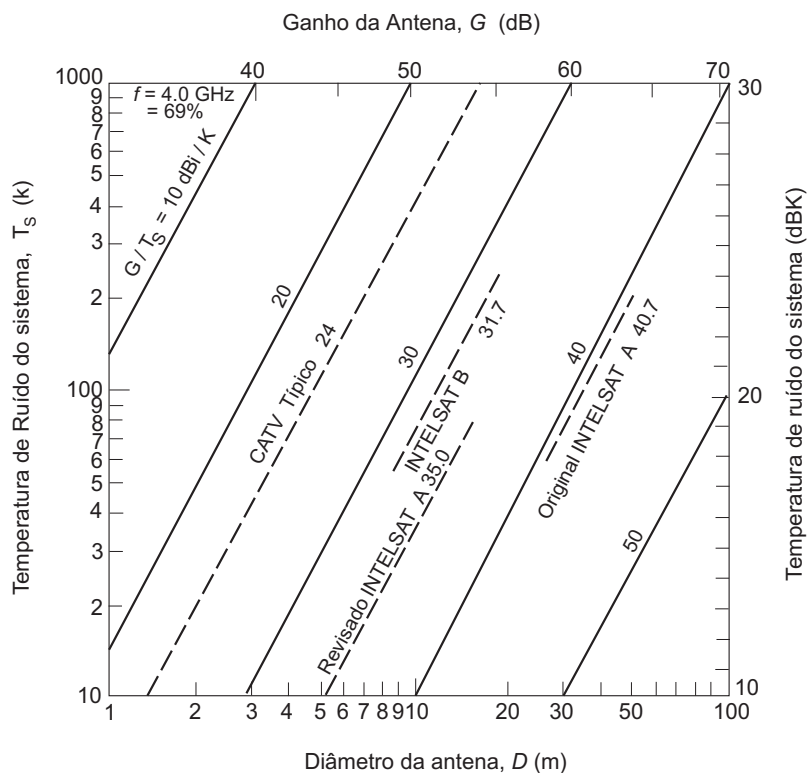
a) Para a banda básica de 100 MHz, determine a potência mínima do sinal à entrada do sistema de amplificação, de forma que a relação sinal/ruído na saída seja 30 dB. **(valor: 6,5 pontos)**

b) Suponha que a estação terrena opere na frequência de 4 GHz com uma antena de eficiência 69%. O custo da antena é R\$300,00 por metro quadrado. O mercado oferece 3 sistemas de amplificação, cujas características são dadas na tabela. **(valor: 3,5 pontos)**

Sistema de Amplificação	Temperatura de Ruído do Sistema	Custo
1	30 K	R\$ 600,00
2	35 K	R\$ 300,00
3	60 K	R\$ 150,00

Determine a solução mais econômica do conjunto antena e sistema de amplificação que satisfaça a figura de mérito de 20 dB/K, desprezando o ruído da antena. Considere a área da parábola equivalente a uma vez e meia a área da abertura circular da antena.

Dados / Informações Técnicas



$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 \cdot G_2}$$

$$F = \delta_{no} / \delta_{nso}$$

$$F = (S/N)_i / (S/N)_o$$

$$S/N = \delta_s / \delta_n$$

$$N = k T B$$

$$K = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ W.s / K}$$

F_i → figura de ruído do amplificador i.

G_i → ganho do amplificador i.

δ_n → densidade espectral de ruído, W/ Hz.

δ_s → densidade espectral de sinal, W/ Hz.

δ_{no} → densidade espectral de ruído total na saída, W/ Hz.

δ_{nso} → densidade espectral de ruído na saída devido à fonte, W/Hz.

S → potência de sinal, em W.

N → potência de ruído, em W.

B → banda do sinal, em Hz.

k → constante de Boltzmann.

T → temperatura, em Kelvin.

16- TELECOMUNICAÇÕES

Deseja-se projetar um sistema multiplex PCM de oito bits para transmissão de sinais de voz, de modo a atender até 30 usuários. Dispõe-se dos moduladores DPSK4 e QAM16 e das informações abaixo.

- Taxa de amostragem: 8.000 amostras/s.
- Probabilidade máxima de erro para transmissão de voz: 10^{-3} .
- Atenuação no cabo de transmissão: 10dB.
- Densidade espectral de potência do ruído na entrada do receptor: $0,8 \cdot 10^{-10}$ W/Hz.
- Custo do cabo: 0,01 unidades monetárias (u.m.) por kHz.
- Custo do modem DPSK4: 2.000,00 u.m.
- Custo do modem QAM16: 4.000,00 u.m.
- Custo do amplificador de potência: 40.000,00 u.m. por watt.

- a) Calcule a taxa de bits na saída do multiplex, sabendo-se que são necessários 32 bits por quadro para supervisão e controle. **(valor: 3,0 pontos)**
- b) Calcule a potência na saída do transmissor, a fim de manter a taxa de erro abaixo da indicada na tabela, para os dois moduladores. **(valor: 5,0 pontos)**
- c) Calcule o custo de cada uma das duas configurações do sistema. **(valor: 2,0 pontos)**

Dados / Informações Técnicas

$$RPR_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{port}}{P_{ruído}} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{E_b r_b}{N_0 B} \right)$$

N_0 é a densidade espectral de ruído, em W/Hz.

B é a banda passante, em Hz.

E_b é a energia por bit, em joules.

r_b é a taxa de sinalização, em bps.

u.m. é a unidade monetária.

Tabela - Relação Portadora-Ruído (dB)

Probabilidade Máxima de Erro	Portadora / Ruído (dB)	
	Modulação QAM16	Modulação DPSK4
10^{-3}	17,6	7,9
10^{-4}	19,0	9,3
10^{-5}	20,1	10,4
10^{-6}	20,9	11,2

17 - COMPUTAÇÃO

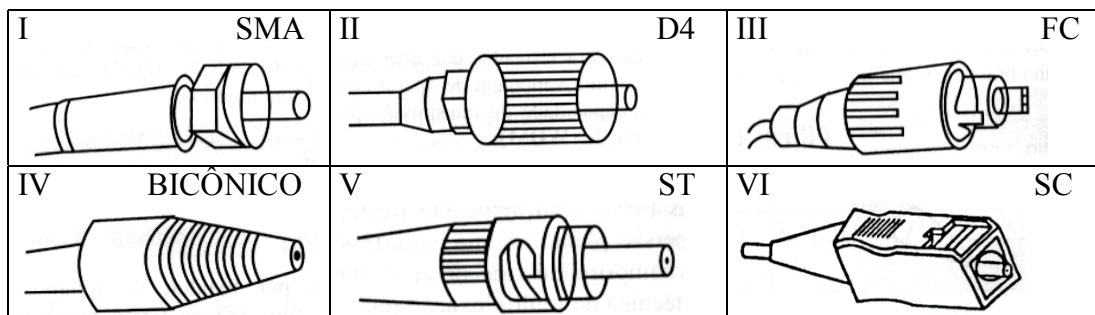
Um engenheiro é responsável pelo projeto de reestruturação do cabeamento de rede da empresa ALTA_TENSÃO LTDA. No estudo de viabilidade realizado na rede instalada foram levantados os aspectos a seguir.

- É utilizado o cabo coaxial fino, padrão Ethernet 802.3 / 10 Base 2.
- Nas instalações da empresa existe um pavilhão onde operam máquinas e motores de indução.
- Para minimizar o congestionamento do tráfego, deve-se prever o emprego de um ou mais equipamentos que proporcionem segmentação.
- Na rede estruturada serão conectados 66 microcomputadores, empregando "hubs" de 16 portas.

- a) Justifique o emprego de terminadores (terminações) nas extremidades de um barramento que emprega o cabo coaxial fino. **(valor: 2,0 pontos)**
- b) Apresente dois fatores que justificam o emprego da fibra óptica em substituição ao cabo coaxial. **(valor: 2,0 pontos)**
- c) Indique dois conectores mais empregados atualmente com a fibra óptica, de acordo com o quadro. Justifique sua resposta. **(valor: 2,0 pontos)**
- d) Cite e esboce uma topologia que empregue o par trançado como meio de transmissão e que atenda o requisito da segmentação, indicando os equipamentos a serem empregados na implementação. **(valor: 4,0 pontos)**

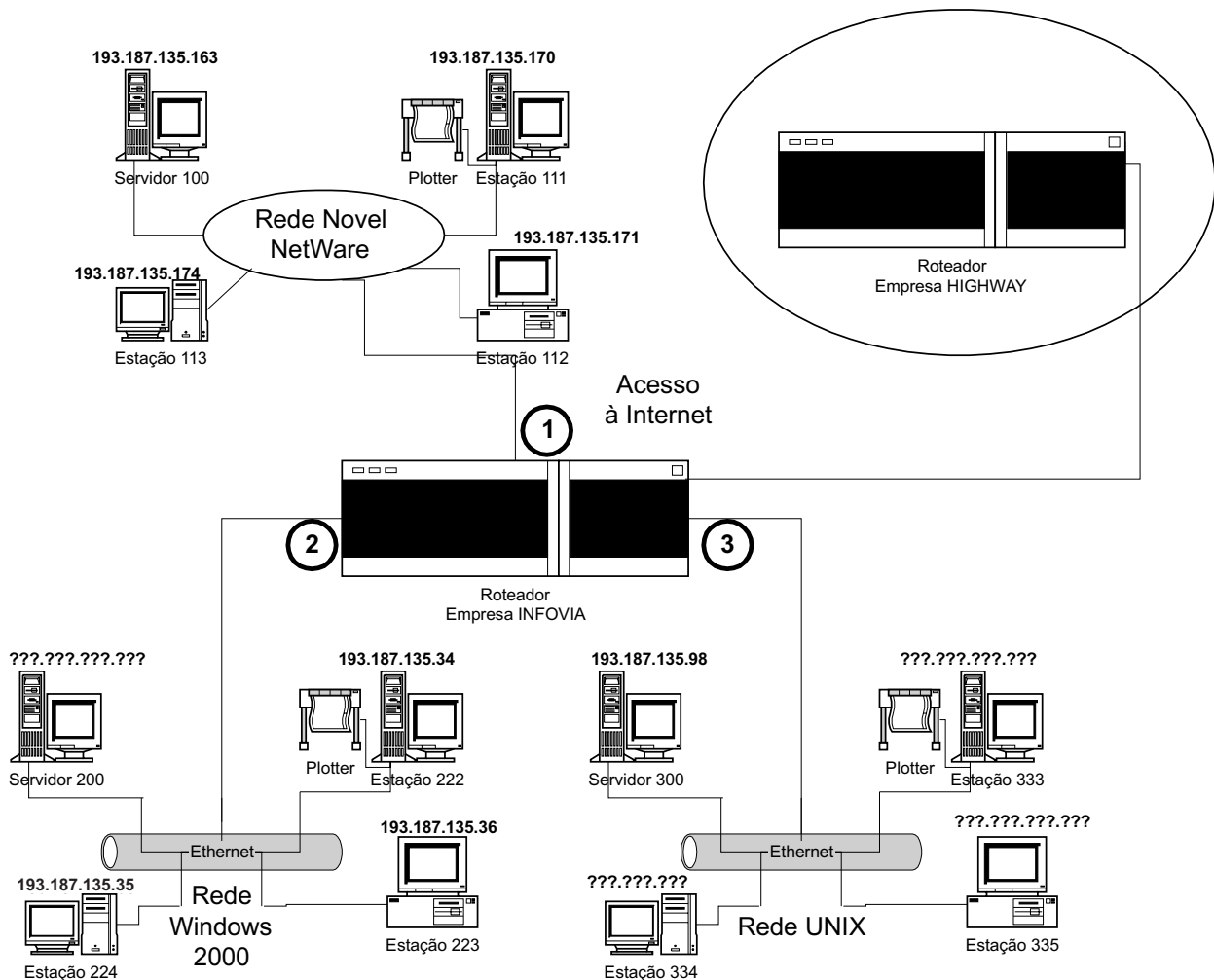
Dados / Informações Técnicas

O quadro a seguir apresenta conectores empregados com fibra óptica.



18 - COMPUTAÇÃO

Um profissional de informática da empresa INFOVIA LTDA administra uma rede de computadores, constituída de três sub-redes, com acesso à Internet sob o protocolo TCP/IP e estruturada conforme o esquema da figura.



- Determine as faixas, e os endereços por faixa, em que pode ser subdividido o IP atribuído à empresa INFOVIA. (valor: 2,0 pontos)
- Determine as faixas de endereços alocadas às redes NOVEL, WINDOWS2000 e UNIX. (valor: 2,0 pontos)
- Indique e justifique a classe do endereço IP atribuído à empresa INFOVIA. (valor: 2,0 pontos)
- Indique os endereços que devem ser atribuídos às portas 1, 2 e 3 do roteador da empresa INFOVIA. (valor: 2,0 pontos)
- Indique dois endereços válidos para o Servidor 200 da sub-rede Windows 2000. (valor: 2,0 pontos)

Dados / Informações Técnicas

A máscara de rede empregada é 255.255.255.224.

O endereço IP da empresa INFOVIA é 193.187.135.0.

O endereço IP da empresa HIGHWAY é 213.170.141.0.

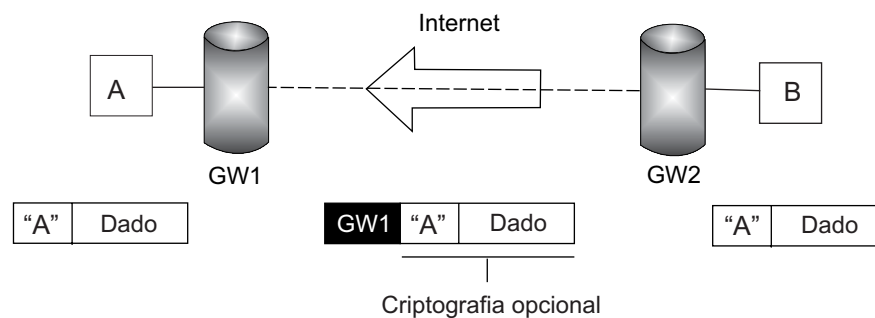
Deve ser alocada uma única faixa de endereços IP para cada sub-rede.

19 - COMPUTAÇÃO

Atualmente, é crescente a preocupação das empresas com a segurança das redes de computadores e na Internet. Uma grande empresa do setor de telecomunicações verificou que:

- "hackers" têm invadido o "site" da organização com relativa frequência;
- a grande incidência de vírus tem comprometido a comunicação da empresa com fornecedores e clientes;
- o acesso de funcionários à Internet é livre, o que tem ocasionado sobrecarga na rede de computadores, como consequência do acesso a "sites" de jornais, de sexo e "chats";
- o Departamento de Informática tem recomendado a adoção de medidas visando a garantir a integridade dos dados corporativos;
- estudos indicam a necessidade de se implantar um "firewall".

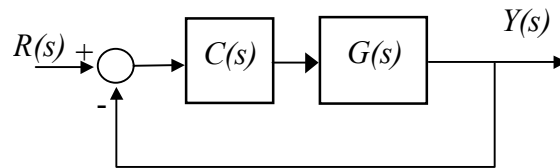
- a) Conceitue "firewall" e indique dois "softwares" de "firewall" empregados no mercado. **(valor: 3,0 pontos)**
- b) Indique, dentre os problemas acima, quais podem ser solucionados total ou parcialmente com a implantação do "firewall". **(valor: 2,0 pontos)**
- c) Para garantir a integridade dos dados, o Departamento de Informática da empresa indicou o emprego das técnicas de RAID. Conceitue RAID e explique as técnicas de espelhamento e de "stripping". **(valor: 3,0 pontos)**
- d) Para melhorar o nível de segurança, uma consultoria contratada pela empresa recomendou a implantação da tecnologia ilustrada no esquema. Explique o seu funcionamento e a sua aplicação. **(valor: 2,0 pontos)**



(valor: 2,0 pontos)

20 - AUTOMAÇÃO E CONTROLE

Considere a configuração clássica de controle representada no diagrama de blocos, no qual $G(s)$ corresponde à Planta e $C(s)$, a um Compensador.



A Planta é modelada pela seguinte função de transferência:

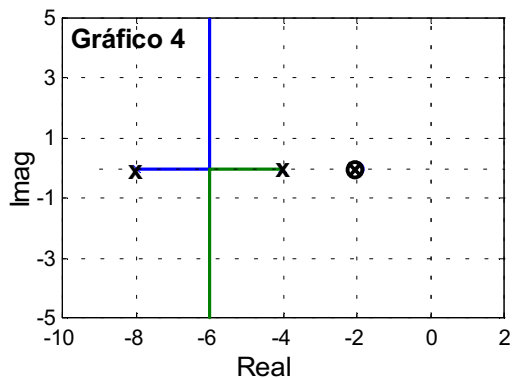
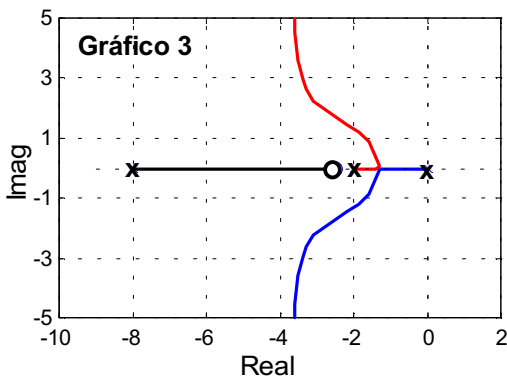
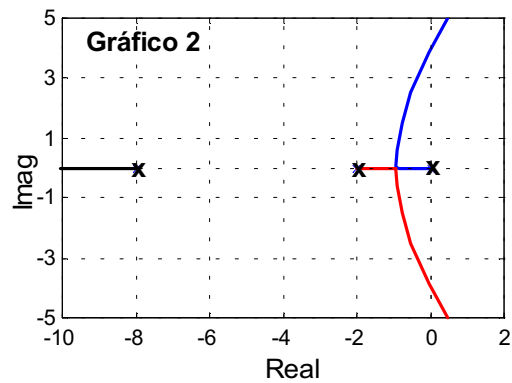
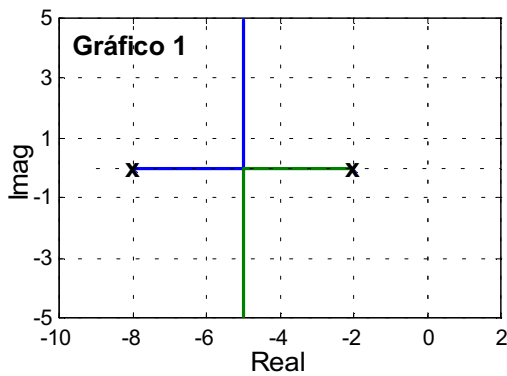
$$G(s) = \frac{1}{(0,5s+1)(0,125s+1)}$$

Os quatro gráficos mostram o lugar das raízes para $K > 0$, ao se considerarem quatro compensadores diferentes. Cada um desses compensadores é modelado de acordo com um dos seguintes tipos:

Tipo 1: $C(s) = \frac{K(s+a)}{(s+b)}$

Tipo 2: $C(s) = K$

Tipo 3: $C(s) = \frac{K}{s}$



- a) Qual dos três tipos de compensador foi empregado para dar origem a cada um dos quatro gráficos de lugar das raízes? Quando for o caso, identifique os valores aproximados dos pólos e zeros do compensador escolhido. **(valor: 7,0 pontos)**
- b) Considere agora os requisitos de desempenho abaixo para a resposta ao degrau desse sistema em malha fechada.
- Erro de estado estacionário (regime permanente) nulo, definido como: $\lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = 0$ onde $e(t) = r(t) - y(t)$
 - Tempo de acomodação: $t_s \leq 1,2$ segundos.

Com base nos dados apresentados, indique o gráfico cujo compensador permite atender os requisitos de desempenho. Justifique sua resposta. **(valor: 3,0 pontos)**

Observação: para os sistemas em malha fechada dos gráficos 2 e 3, considere dinâmica de 2ª ordem dominante.

Dados / Informações Técnicas

- Teorema do valor final: $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sX(s)$
- Sistema padrão de 2ª ordem: $P(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$
- Tempo de acomodação: é o tempo necessário para a resposta ao degrau permanecer no valor correspondente a 95% do valor de regime permanente.

$$t_s = \frac{3}{\xi\omega_n}$$

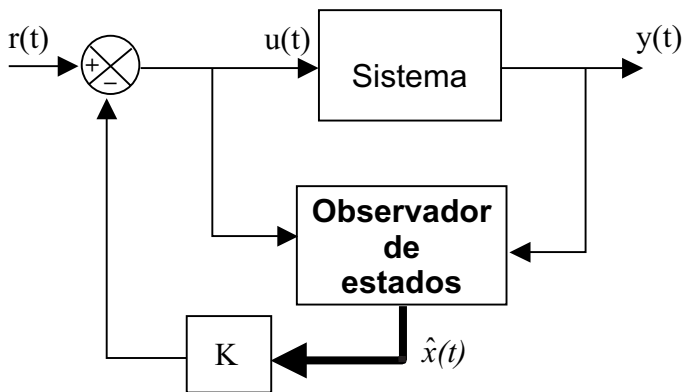
21 - AUTOMAÇÃO E CONTROLE

O diagrama de blocos representa uma estrutura de controle com realimentação de estado estimado por um observador. O sistema a ser controlado é representado no espaço de estados pelas equações:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t)$$

$$y(t) = Cx(t)$$

As matrizes A , B e C têm dimensões compatíveis com a ordem do sistema e com os números de entradas e saídas.



O observador de estados é representado pela equação a seguir, em que L é a matriz de ganhos do observador e $\hat{x}(t)$ é o estado estimado.

$$\dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t) + L[y(t) - C\hat{x}(t)]$$

A dinâmica do erro de estimação é descrita por:

$$\dot{e}(t) = (A - LC)e(t) \quad \text{com} \quad e(t) = x(t) - \hat{x}(t)$$

A matriz L deve ser calculada de forma que:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = 0$$

a) Obtenha a representação de estados correspondente ao sistema em malha fechada, considerando o vetor de estados aumentado

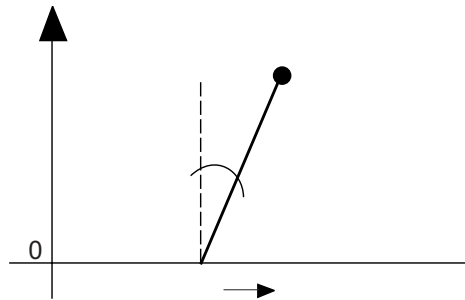
$$\text{na forma } x_a(t) = \begin{bmatrix} x(t) \\ e(t) \end{bmatrix}.$$

(valor: 4,0 pontos)

b) Determine, com base no princípio da separação, as expressões que permitem calcular os autovalores do sistema em malha fechada, em função das matrizes de ganhos K e L .

(valor: 2,0 pontos)

- c) A figura abaixo representa um pêndulo invertido. O modelo linear a seguir aproxima sua dinâmica para pequenas variações do ângulo φ .



Modelo em espaço de estados:
$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 3 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) = [1 \quad 0] x(t) \end{cases}$$
 em que $x(t) = \begin{bmatrix} \varphi(t) \\ \dot{\varphi}(t) \end{bmatrix}$

Calcule a matriz de ganhos do observador $L = \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \end{bmatrix}$, de modo que os autovalores de $(A-LC)$ sejam iguais ao par complexo conjugado $\{-5+j5, -5-j5\}$. (valor: 4,0 pontos)

Dados / Informações Técnicas

- Polinômio característico de uma matriz M :

$$\Delta = \det (\lambda I - M)$$

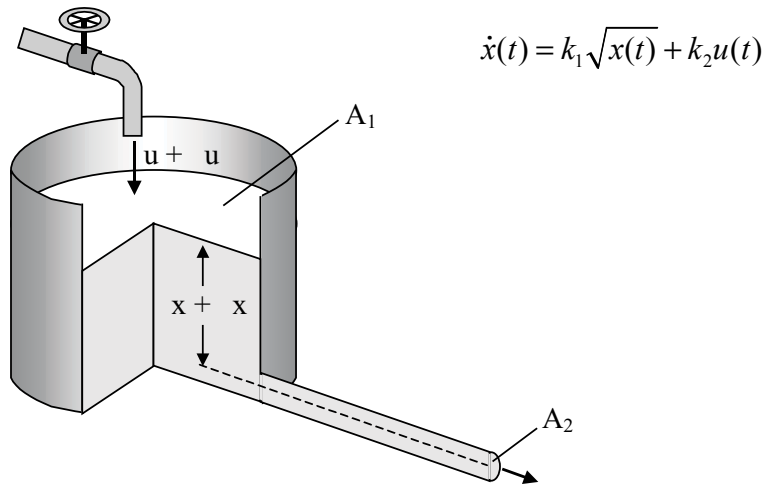
- Propriedade de matrizes bloco triangulares:

$$P = \begin{bmatrix} X & Y \\ 0 & Z \end{bmatrix} \Rightarrow \det(P) = \det(X) \det(Z).$$

$$\dot{x}(t) = \frac{dx}{dt}$$

22 - AUTOMAÇÃO E CONTROLE

A figura representa um reservatório de água alimentado por uma tubulação controlada por meio de uma válvula de entrada. Esse sistema é não linear. Como o fluido se movimenta em baixa velocidade, a equação diferencial a seguir representa o seu comportamento dinâmico.



Variáveis e parâmetros do sistema:

x é o nível de água no reservatório (m);

u é a variação do fluxo de entrada (kg/s);

A_1 é a área da seção reta do tanque (m²);

A_2 é a área da seção reta da tubulação de saída (m²);

k_1 e k_2 são constantes que dependem das áreas A_1 e A_2 e da densidade do fluido.

Em regime permanente, quando as vazões de entrada e de saída são iguais, tem-se $\dot{x}(t) = 0$. Nessa situação, definem-se os valores de equilíbrio x_e e u_e , relativos às variáveis x e u . Pode-se escrever:

$$x(t) = x_e + \Delta x(t)$$

$$u(t) = u_e + \Delta u(t) ,$$

em que Δx e Δu representam pequenos desvios dos valores de equilíbrio.

a) Encontre, na situação de equilíbrio, a expressão matemática de u_e em função de k_1 , k_2 e x_e . (valor: 2,0 pontos)

b) Obtenha uma equação diferencial que represente a dinâmica linear do desvio de nível Δx , em função da variável de entrada Δu e dos parâmetros k_1 , k_2 e u_e . (valor: 8,0 pontos)

Dados / Informações Técnicas

Aproximação linear de uma função $f(v, w)$ em torno de um ponto (v_e, w_e) :

$$f(v, w) = f(v_e, w_e) + (v - v_e) \left. \frac{\partial f}{\partial v} \right|_{v=v_e, w=w_e} + (w - w_e) \left. \frac{\partial f}{\partial w} \right|_{v=v_e, w=w_e}$$

$$\dot{x}(t) = \frac{dx}{dt}$$

IMPRESSÕES SOBRE A PROVA

As questões abaixo visam a levantar sua opinião sobre a qualidade e a adequação da prova que você acabou de realizar e também sobre o seu desempenho na prova.

Assinale as alternativas correspondentes à sua opinião e à razão que explica o seu desempenho nos espaços próprios (parte inferior) do Cartão-Resposta.

Agradecemos sua colaboração.

1

Qual o ano de conclusão deste seu curso de graduação?

- (A) 2002.
- (B) 2001.
- (C) 2000.
- (D) 1999.
- (E) Outro.

2

Qual o grau de dificuldade desta prova?

- (A) Muito fácil.
- (B) Fácil.
- (C) Médio.
- (D) Difícil.
- (E) Muito difícil.

3

Quanto à extensão, como você considera a prova?

- (A) Muito longa.
- (B) Longa.
- (C) Adequada.
- (D) Curta.
- (E) Muito curta.

4

Para você, como foi o tempo destinado à resolução da prova?

- (A) Excessivo.
- (B) Pouco mais que suficiente.
- (C) Suficiente.
- (D) Quase suficiente.
- (E) Insuficiente.

5

A que horas você concluiu a prova?

- (A) Antes das 14.30 horas.
- (B) Aproximadamente às 14.30 horas.
- (C) Entre 14.30 e 15.30 horas.
- (D) Entre 15.30 e 16.30 horas.
- (E) Entre 16.30 e 17 horas.

Como você explicaria o seu desempenho em cada questão da parte comum da prova?

Números das questões da prova.	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
Números dos campos correspondentes no CARTÃO-RESPOSTA.	11	12	13	14	15	16	17
O conteúdo ...							
(A) não foi ensinado; nunca o estudei.							
(B) não foi ensinado; mas o estudei por conta própria.							
(C) foi ensinado de forma inadequada ou superficial.							
(D) foi ensinado há muito tempo e não me lembro mais.							
(E) foi ensinado com profundidade adequada e suficiente.							

6

As questões da prova apresentam enunciados claros e objetivos?

- (A) Sim, todas apresentam.
- (B) Sim, a maioria apresenta.
- (C) Sim, mas apenas cerca de metade apresenta.
- (D) Não, poucas apresentam.
- (E) Não, nenhuma apresenta.

7

Como você considera as informações fornecidas em cada questão para a sua resolução?

- (A) Sempre excessivas.
- (B) Sempre suficientes.
- (C) Suficientes na maioria das vezes.
- (D) Suficientes somente em alguns casos.
- (E) Sempre insuficientes.

8

Como você avalia a adequação da prova aos conteúdos definidos para o Provão/2002 desse curso?

- (A) Totalmente adequada.
- (B) Medianamente adequada.
- (C) Pouco adequada.
- (D) Totalmente inadequada.
- (E) Desconheço os conteúdos definidos para o Provão/2002.

9

Como você avalia a adequação da prova para verificar as habilidades que deveriam ter sido desenvolvidas durante o curso, conforme definido para o Provão/2002?

- (A) Plenamente adequada.
- (B) Medianamente adequada.
- (C) Pouco adequada.
- (D) Totalmente inadequada.
- (E) Desconheço as habilidades definidas para o Provão/2002.

10

Com que tipo de problema você se deparou *mais frequentemente* ao responder a esta prova?

- (A) Desconhecimento do conteúdo.
- (B) Forma de abordagem do conteúdo diferente daquela a que estou habituado.
- (C) Falta de motivação para fazer a prova.
- (D) Espaço insuficiente para responder às questões.
- (E) Não tive qualquer tipo de dificuldade para responder à prova.