

CONCURSO PÚBLICO

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO
E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO)

CADERNO DE PROVAS PARTE II

PROVA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS
PROVA DISCURSIVA

CARGO

20 PESQUISADOR-TECNOLOGISTA
EM METROLOGIA E QUALIDADE

ÁREA:

ENGENHARIA ELÉTRICA

ATENÇÃO!

Leia atentamente as instruções constantes na capa da Parte I do seu caderno de provas.

- 1 Nesta parte II do seu caderno de provas, confira atentamente os seus dados pessoais e os dados identificadores de seu cargo transcritos acima com o que está registrado em sua **folha de respostas** e na capa de seu **caderno de texto definitivo da prova discursiva**. Confira também o seu nome e o nome do seu cargo no rodapé de cada página numerada desta parte II de seu caderno de provas. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito, ou apresente divergência quanto aos seus dados pessoais ou aos dados identificadores de seu cargo, solicite ao fiscal de sala mais próximo que tome as providências cabíveis, pois não serão aceitas reclamações posteriores nesse sentido.
- 2 Quando autorizado pelo chefe de sala, no momento da identificação, escreva, no espaço apropriado da **folha de respostas**, com a sua caligrafia usual, a seguinte frase:

A soberba gera divisão. A caridade, a comunhão.

OBSERVAÇÕES

- Não serão objeto de conhecimento recursos em desacordo com o estabelecido em edital.
- Informações adicionais: telefone 0(XX) 61 3448-0100; Internet — www.cespe.unb.br.
- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos, desde que citada a fonte.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

A respeito de sistemas de distribuição de energia elétrica, julgue os itens a seguir.

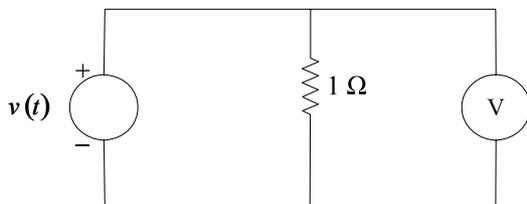
- 41** Ao operar em tensão secundária, um sistema de distribuição de energia elétrica funciona somente em tensão trifásica.
- 42** A energia de todo sistema de distribuição de energia elétrica é oriunda de geradores conectados diretamente ao lado do sistema de distribuição com tensão primária.

Considerando que um gerador a gás tenha sido projetado para suprir energia à tensão cuja frequência industrial é igual a 60 Hz, julgue os itens subsequentes.

- 43** Em condições nominais de operação, para atender a frequência de 60 Hz do sistema de energia elétrica, a velocidade da turbina que aciona esse gerador é igual a 3.600 rpm.
- 44** A turbina de um gerador a gás, em geral, não tem as mesmas características mecânicas da turbina para acionamento de um gerador de usina hidrelétrica.

Uma linha de transmissão aérea de um sistema de transmissão trifásico foi projetada para operar na frequência de 60 Hz, em determinado nível nominal de tensão. A indutância e a capacitância aproximadas da linha, por unidade de comprimento e por fase, são iguais, respectivamente, a 2 mH/km e 8 nF/km. Nessa situação, julgue os itens que se seguem, desprezando as perdas na linha.

- 45** A impedância característica (impedância de surto) da linha em questão é igual a 500 Ω.
- 46** A potência característica, também conhecida como potência do SIL (*surge impedance loading*), é afetada apenas pela impedância característica e pelo comprimento da linha.

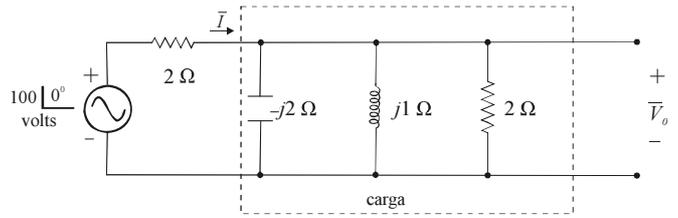


No circuito elétrico mostrado na figura acima, o voltímetro — V — mede somente tensão eficaz. Se a tensão instantânea, em volts, fornecida pelo gerador é $v(t) = 10\text{sen}(t) + 5\text{sen}(2t)$, julgue os seguintes itens.

- 47** O valor da tensão indicada pelo voltímetro é igual a $\frac{15}{\sqrt{2}}$ V.
- 48** Nesse circuito elétrico, a potência média, em W, dissipada no resistor, é numericamente igual ao quadrado do valor eficaz da tensão indicada pelo voltímetro.

Considerando que as grandezas senoidais $i(t)$ e $v(t)$ sejam caracterizadas por amplitude e fase constantes e por frequências iguais a ω_i e ω_v , respectivamente, julgue os itens seguintes.

- 49** Se ω_i for diferente de ω_v , então essas grandezas não podem ser somadas fasorialmente.
- 50** Se $i(t)$ for uma corrente e $v(t)$, um sinal de tensão, então o valor médio do produto dessas duas grandezas, para $\omega_i = \omega_v$, será sempre diferente de zero.



O circuito elétrico mostrado na figura acima opera em regime permanente senoidal a uma determinada frequência industrial. O módulo da fonte de tensão está em valor eficaz, e a carga é representada pela ligação em paralelo dos elementos *RLC*, conforme explicitado por meio da região interna às linhas tracejadas na figura. Considerando essas informações, julgue os itens subsequentes.

- 51** A corrente \bar{I} e a tensão \bar{V}_o não estão em fase.
- 52** A potência ativa consumida pela carga *RLC*, na região tracejada na figura, é inferior a 1.250 W.
- 53** O fator de potência da carga é predominantemente capacitivo.
- 54** A potência complexa fornecida pela fonte de tensão é também denominada potência aparente.
- 55** Caso os elementos *RLC* da carga estivessem ligados em série, o gerador estaria absorvendo potência reativa gerada pela carga.
- 56** Caso ocorresse um curto-circuito nos terminais do indutor, então, em regime permanente, a fonte estaria gerando 5 kW de potência ativa.

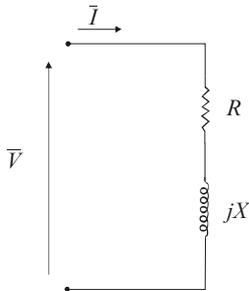
RASCUNHO

Duas cargas monofásicas, I e II, ligadas em paralelo a uma rede elétrica em CA, operam com tensão eficaz de 200 V. A carga I absorve 2 kW de potência ativa, mas, por ser de natureza capacitiva, gera 1 kvar de potência reativa. A carga II é indutiva e demanda 4 kVA, funcionando com fator de potência igual a 0,8. Com relação a essa situação, julgue os itens que se seguem.

- 57 A potência ativa absorvida pelas duas cargas é igual a 5,2 kW.
- 58 O fator de potência resultante dessas duas cargas conectadas em paralelo é de natureza capacitiva.
- 59 A rede elétrica deve fornecer uma corrente, em módulo, superior a 26 A para atender essas duas cargas.

Considerando que uma carga conectada a uma rede CA, durante 15 minutos, tenha consumido 2 kWh de energia elétrica, julgue os itens a seguir.

- 60 A potência média que a referida carga consome durante uma hora é igual a 2 kW.
- 61 Se o consumo de energia elétrica for medido em intervalos de 15 minutos, os medidores de energia elétrica precisam ser dotados, também, de indicadores de potência reativa.



A carga RL no circuito acima, quando alimentada com tensão CA eficaz igual a 100 V, requer corrente eficaz com magnitude igual a 8 A. Um wattímetro, ao ser adequadamente ligado à carga, indica leitura de 640 W. Considerando a situação descrita, julgue os seguintes itens.

- 62 O valor da resistência R é igual a 10 Ω .
- 63 Na situação em questão, o consumo de potência reativa na carga não pode ser calculado, porque o valor da reatância X é desconhecido.

Uma fonte de tensão CA trifásica, com tensões equilibradas e simétricas, supre uma carga conectada em triângulo e outra, em estrela. Em ambas as cargas, o atendimento se faz por meio de três condutores. Com base nessas informações, julgue os itens a seguir.

- 64 Se o módulo da corrente elétrica de linha em um dos condutores que atende a carga em triângulo for igual a $100\sqrt{3}$ A, então a corrente elétrica por uma das fases da carga em triângulo tem magnitude igual a 100 A.
- 65 Considerando uma das fases na carga em estrela, a corrente de linha que flui pelo condutor que alimenta essa fase é igual, necessariamente, à corrente que passa por essa fase da carga.
- 66 Caso as cargas em estrela e em triângulo estejam ligadas em paralelo à fonte de tensão, nessa situação, a potência complexa trifásica fornecida pela fonte às cargas é igual à soma das potências complexas demandadas pelas cargas.
- 67 Se as duas cargas estiverem ligadas em paralelo, nesse caso, todas as tensões de fase da carga em triângulo são diferentes das tensões de fase da carga em estrela.
- 68 Dispondo-se apenas de dois wattímetros, não é possível medir a potência ativa trifásica total suprida pela fonte às cargas.

RASCUNHO

Uma carga trifásica equilibrada, que consome 4 kW de potência, apresenta fator de potência indutivo igual a 0,8. Em paralelo a essa carga, é conectado um motor de indução trifásico que demanda 5 kVA, com fator de potência também igual a 0,8. A partir dessas informações, julgue os seguintes itens.

- 69** A potência aparente trifásica solicitada pelas duas cargas é igual a 10 kVA.
- 70** Para compensar o fator de potência das duas cargas, de modo que o mesmo fique unitário, é suficiente ligar, em paralelo às cargas, um banco de capacitor trifásico com potência de 6 kvar.
- 71** Se, quando as duas cargas estão ligadas, a corrente eficaz de linha requerida da rede elétrica para alimentá-las for igual a 50 A, então a tensão eficaz de linha da fonte para alimentar as cargas é de 200 V.

Um transformador trifásico ideal, com o lado de baixa tensão ligado em triângulo e o de alta em estrela, é utilizado para alimentar uma carga trifásica equilibrada ligada no lado de alta tensão. Essa carga absorve 20 kVA com fator de potência indutivo igual a 0,6, e é alimentada com tensão eficaz de linha igual a 600 V. As tensões nominais de linha no lado de baixa tensão e de alta tensão do transformador são 200 V e 600 V, respectivamente. A partir dessas informações, julgue os próximos itens.

- 72** As correntes de linha eficazes no lado de baixa tensão do transformador, as quais permitem a alimentação da carga, apresentam valor inferior a 100 A.
- 73** As correntes nos enrolamentos de alta tensão do transformador são diferentes das correntes de linha que alimentam a carga.
- 74** Se a carga fosse desequilibrada, as correntes que circulariam pelos enrolamentos em triângulo do transformador teriam o mesmo valor eficaz, mas as correntes de linha no lado em estrela seriam, necessariamente, diferentes.
- 75** Se um gerador trifásico ideal, ligado em estrela, for conectado ao lado de baixa tensão do transformador, nesse caso, para atender a tensão na carga, esse gerador precisa ter uma tensão fase neutro igual a 200 V.

A respeito de componentes simétricas, julgue os itens subsequentes.

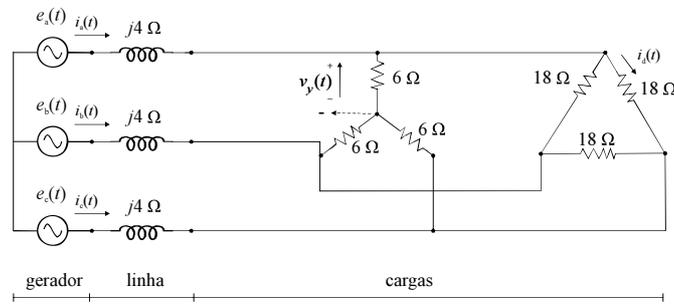
- 76** Se três correntes I_{ab} , I_{bc} e I_{ca} de fase circulam pelos enrolamentos ligados em triângulo de um transformador trifásico, nesse caso, a componente de sequência zero dessas correntes é nula.
- 77** Em um conjunto de três tensões de fase desequilibradas, somente as componentes de sequência positiva e de sequência negativa, associadas a essas tensões de fase, são diferentes de zero.
- 78** Um conjunto de tensões trifásicas equilibradas e simétricas tem componente de sequência positiva diferente de zero, mas as componentes de sequência negativa e zero são nulas.

Julgue os itens a seguir, a respeito da modelagem de equipamentos para a análise de sistemas elétricos de potência em regime permanente.

- 79** Na análise de fluxo de carga em regime permanente, para se ter maior precisão nos cálculos, além dos modelos de linhas de transmissão e de transformadores de potência, é necessário modelar também componentes como disjuntores e transformadores de corrente.
- 80** Para estudos de fluxo de carga em regime permanente, os transformadores de potência, em geral, são modelados por uma impedância composta de uma resistência em série com uma reatância indutiva. No caso de sistemas de transmissão em extra alta tensão, com boa aproximação, é suficiente considerar no modelo apenas a reatância em série.
- 81** A representação de transformadores de potência com *taps* em fase, e fora do nominal, pode ser realizada por um circuito elétrico equivalente em π , cujos parâmetros são função da reatância e do *tap* ajustado para o transformador.
- 82** Na representação em sistemas pu são escolhidos como base, normalmente, a potência aparente e uma tensão, mas poderiam ser escolhidas outras grandezas elétricas, de modo que se tivesse sempre duas grandezas bases definidas.

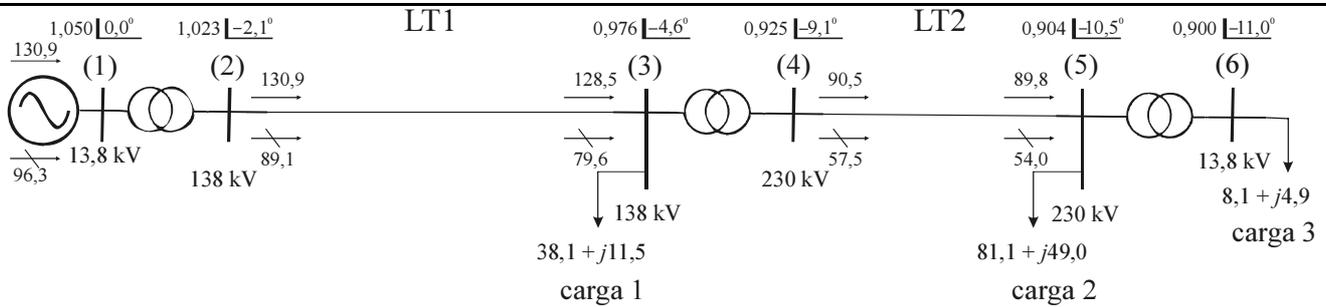
As cargas nos sistemas elétricos de potência existem em diversas modalidades e com diferentes características. A modelagem associada dependerá do tipo de estudo específico que se quer realizar. Um dos modelos utilizado é a representação por um polinômio quadrático, em função da tensão, contendo três termos que formam uma expressão do tipo $a + bV + cV^2$, em que V é a magnitude da tensão onde a carga está instalada. Nesse caso, um polinômio representa a potência ativa e outro, a potência reativa, podendo haver diferença nas constantes a , b e c . A respeito desse assunto, julgue os itens que se seguem.

- 83** Esse tipo de modelo é válido somente para a representação da potência ativa de carga composta, essencialmente, por motor de indução em gaiola.
- 84** Se o modelo em questão representar somente parcela de impedância constante, então $a = b = 0$ e $c = 1$.
- 85** A potência reativa da carga, principalmente em estudos para a análise de fluxo de carga em regime permanente, é representada por potência constante e, nesse modelo, $a = 1$.



No circuito elétrico acima, um gerador trifásico ideal, com tensões senoidais $e_a(t)$, $e_b(t)$ e $e_c(t)$ de fase, forma um sistema de tensões equilibradas e simétricas. O gerador alimenta, por meio de uma linha de transmissão sem perdas ativas, duas cargas: uma ligada em estrela e outra, em triângulo. A tensão eficaz de fase do gerador é igual a 200 V. Considerando essas informações, julgue os próximos itens.

- 86 O valor eficaz da corrente $i_a(t)$ é igual a 40 A.
- 87 A potência ativa total consumida pelas duas cargas é igual a 14,4 kW.
- 88 O valor eficaz da corrente $i_d(t)$ que circula pelas fases da carga em triângulo é igual a 20 A.
- 89 O valor eficaz da componente de sequência negativa das correntes de linha do gerador é igual a 10 A.
- 90 O valor eficaz da tensão $v_y(t)$ é igual a 100 V.



C. Ferreira. *Redes lineares em sistemas elétricos de potência*, 1.ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Canalenergia, 2005, p. 67 (com adaptações).

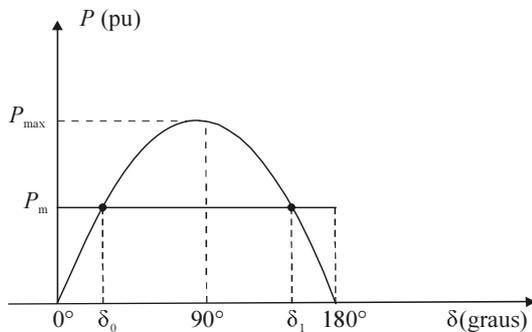
No diagrama unifilar mostrado na figura acima, em que as barras estão numeradas de 1 a 6, são mostrados os fluxos ativo e reativo entrando e saindo em cada equipamento, bem como o valor das cargas, em MW e Mvar, para o valor da tensão de operação, após resolução do problema de fluxo de carga. Todos os fluxos estão em MW e Mvar. Os valores das tensões ajustadas estão em pu da respectiva tensão nominal da barra. As tensões nominais no sistema são 13,8 kV, 138 kV e 230 kV. Considerando essas informações, julgue os itens a seguir.

- 91 A perda de potência ativa que ocorre na linha de transmissão LT1, conectada entre as barras 2 e 3, é igual a 0,8 MW.
- 92 Nesse sistema, a barra *swing* é a de número 1.
- 93 A tensão de operação na barra 5 está abaixo do valor nominal.
- 94 As cargas nas barras 3, 5 e 6 têm fator de potência indutivo.

RASCUNHO

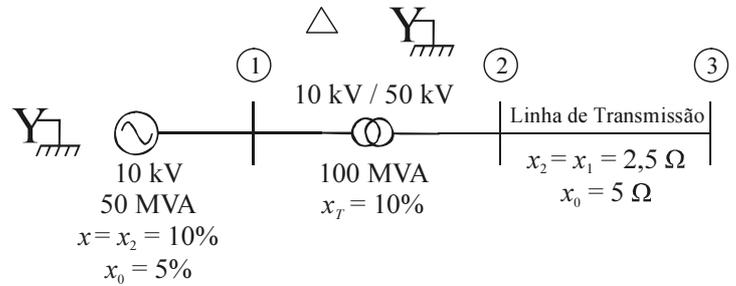
A respeito do critério das áreas iguais utilizado para a análise de estabilidade transitória em sistemas elétricos de potência, julgue os itens que se seguem.

- 95** Esse critério não se aplica a perturbações como as causadas pelo súbito aumento da carga de um motor síncrono.
- 96** Para aplicação do critério das áreas iguais, supõe-se que a potência mecânica do gerador mantém-se constante.



A figura acima ilustra a curva característica $P \times \delta$, que indica a potência ativa P fornecida por um gerador síncrono, a um barramento infinito, em função do ângulo do rotor δ do gerador. A grandeza P_m na figura é a potência mecânica do gerador, enquanto δ_0 e δ_1 são ângulos para os quais as potências elétrica e mecânica do gerador são iguais, atingindo um ponto de equilíbrio. A partir dessas informações, julgue os itens subsequentes.

- 97** O ângulo δ_0 é de equilíbrio estável, enquanto δ_1 é de equilíbrio instável.
- 98** Em condições normais, é mais adequado operar o gerador com ângulo igual a 90° , porque, nessa situação, o gerador fornece a máxima potência elétrica possível.



A figura acima mostra o diagrama unifilar de um sistema elétrico de potência que opera em regime permanente com tensões nas barras aproximadamente iguais às respectivas tensões nominais de cada barra. As correntes de carga são desprezíveis quando comparadas às correntes de curto-circuito. Os dados nominais dos equipamentos são mostrados no diagrama unifilar próximo ao símbolo de cada equipamento utilizado. No gerador e na linha de transmissão, a reatância de seqüência negativa x_2 é igual à reatância de seqüência positiva x_1 e x_0 é a reatância de seqüência zero. No transformador, todas as reatâncias de seqüência são iguais. O efeito das resistências no sistema é desprezível.

A partir da figura e das informações acima, julgue os itens seguintes, considerando a base de potência igual a 100 MVA e a de tensão 10 kV, no gerador do sistema, e que as resistências de falta são nulas.

- 99** A ocorrência de curto-circuito trifásico na barra 3 provoca corrente de curto-circuito cuja intensidade é igual a 2,5 pu.
- 100** Nesse sistema, a potência de curto-circuito trifásico na barra 1 é superior a 100 MVA.
- 101** Uma falta fase-terra na barra 1 apresenta maior intensidade de corrente que uma falta trifásica.
- 102** Uma falta bifásica na barra 2 é do tipo simétrica, porque a barra 2 está entre as barras 1 e 3.
- 103** Se o centro estrela do gerador não estivesse aterrado, então a intensidade da corrente para o caso de uma falta bifásica-terra na barra 3 seria nula.
- 104** Na barra 3, as potências de curto-circuito monofásico e trifásico são iguais.

RASCUNHO

Julgue os próximos itens, a respeito dos princípios de conversão eletromecânica de energia.

105 Nas máquinas elétricas, o processo de conversão eletromecânica de energia ocorre devido à interação entre correntes que percorrem os condutores e campos elétricos.

106 Em um transformador real, o fluxo magnético não fica totalmente contido no núcleo ferromagnético, havendo uma parcela de dispersão pelo meio não magnético, em volta das bobinas.

107 Em um gerador de polos lisos, cujos rotor e estator estão separadas por um entreferro, a maior parcela de energia do campo magnético fica armazenada no núcleo ferromagnético que constitui o estator.

Acerca de motores CA trifásicos, julgue os itens subsequentes.

108 Motores de indução do tipo rotor bobinado são adequados para aplicações que envolvem frenagem elétrica, podendo ser usados, por exemplo, para controlar o movimento de cargas verticais, em baixas velocidades.

109 No motor de indução em gaiola, o rotor, em nenhuma hipótese, em regime permanente, é acionado à velocidade que alcança o campo magnético síncrono (campo rotativo).

110 Os motores síncronos têm, em geral, maior aplicação industrial que os motores de indução em gaiola.

Uma aplicação requer a utilização de um motor CC que apresente elevado conjugado para velocidades próximas à nominal. A opção deve ser feita entre motores com excitação dos tipos: em derivação; composta aditiva; e série. Nessa situação, julgue os itens a seguir.

111 A opção mais adequada para uso, na situação em questão, seria um motor com excitação série.

112 Caso a aplicação fosse para elevados conjugados durante a partida, nenhum dos motores citados seria apropriado, uma vez que, para essa aplicação, o tipo de motor mais indicado seria com excitação independente.

Considerando que um circuito magnético tenha uma bobina com 10 espiras e apresente relutância equivalente igual a 50×10^4 A/Wb, julgue os itens que se seguem.

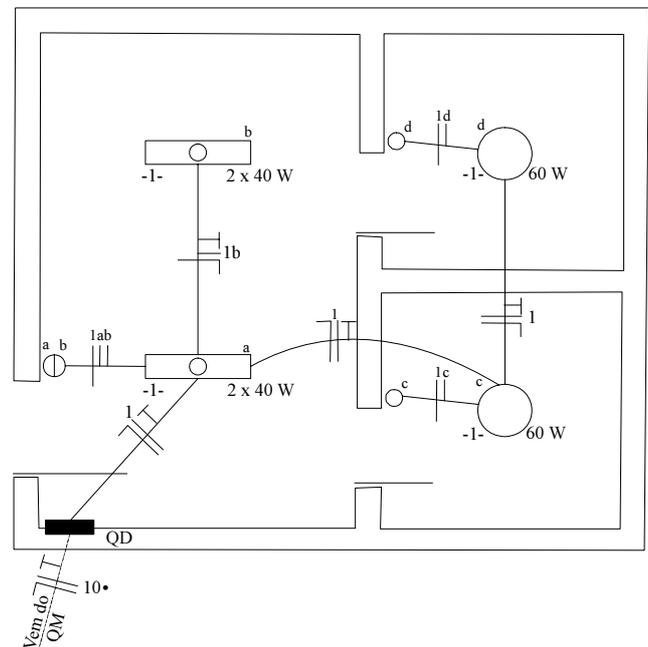
113 A indutância desse circuito magnético é igual a 20 mH.

114 Se, para o valor de relutância mencionado, a bobina do circuito magnético estiver sendo excitada por uma corrente CC de valor igual a 10 A, então a energia magnética armazenada no circuito é igual a 2 J.

A respeito das lâmpadas de descarga, julgue os seguintes itens.

115 Entre os diversos tipos de lâmpadas de descarga, estão a fluorescente, a de luz mista e a de vapor de sódio.

116 As lâmpadas de descarga apresentam eficiência equivalente a das lâmpadas incandescentes com potência superior a 100 W.



G. Cavalin e S. Cervelin. *Instalações elétricas prediais*, 17.ª ed., Érica, 2007, p. 140.

A figura acima ilustra a planta baixa de uma instalação elétrica, alimentada por rede elétrica em tensão compatível, que vem do quadro de medição (QM). Considerando essa figura, julgue os itens que se seguem.

117 Nos ambientes mostrados na planta, há lâmpadas fluorescentes e incandescentes.

118 Todos os interruptores na instalação elétrica são do tipo bipolar.

119 O ponto de luz **d** está ligado incorretamente, porque a ele está chegando um fio terra que faz a mesma função de neutro.

120 Do quadro de distribuição (QD) parte somente um circuito, cuja função é atender pontos de luz.

PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova, faça o que se pede, usando os espaços para rascunho indicados no presente caderno. Em seguida, transcreva o texto para o **CADERNO DE TEXTO DEFINITIVO DA PROVA DISCURSIVA**, nos locais apropriados, pois **não serão avaliados fragmentos de texto escritos em locais indevidos**.
- Qualquer fragmento de texto além da extensão máxima de **sessenta** linhas será desconsiderado.
- No **caderno de texto definitivo**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.

Uma empresa de energia elétrica precisa realizar estudos para reavaliar as condições de carregamento dos equipamentos do seu sistema elétrico, a fim de tomar decisões acerca de possíveis serviços de *retrofit* recomendados. Os estudos básicos compreendem, entre outros, a análise de faltas, de fluxo de carga e de estabilidade. O engenheiro responsável por coordenar os trabalhos deverá indicar claramente os equipamentos sobrecarregados no sistema e propor alternativas de solução para o problema entre as opções possíveis.

Considerando a situação-problema descrita acima, redija um texto dissertativo que aborde, necessariamente, os seguintes tópicos:

- ▶ tipos de resultados que são alcançados por meio de estudos de análise de faltas, de fluxo de carga e de estabilidade de sistemas elétricos de potência;
- ▶ detecção de sobrecarga e sobretensão em equipamentos, a partir de estudos de fluxo de carga e alternativas para solucionar esses problemas;
- ▶ recursos computacionais para avaliação dos problemas de análise de faltas, de fluxo de carga e de estabilidade;
- ▶ recomendações que podem ser propostas após os estudos de análise de faltas, de fluxo de carga e de estabilidade, visando melhorias em um sistema elétrico de potência.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	

