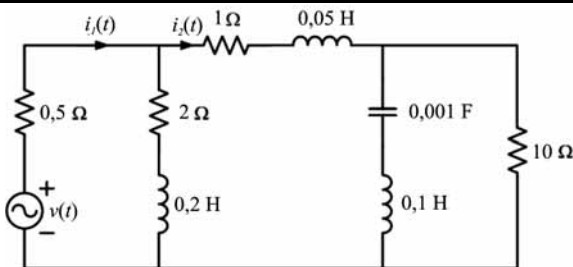


CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Considerando que, em determinado circuito elétrico, as grandezas tensão, em volts, e corrente elétrica, em amperes, em um elemento de circuito sejam representadas por $v(t) = 100 \text{ sen}(\omega t + 30^\circ)$ e $i(t) = 5 \text{ sen}(\omega t - 60^\circ)$, respectivamente, julgue os itens subsequentes.

- 51 O valor eficaz da tensão $v(t)$ é igual a $\frac{100}{\sqrt{3}}$ V.
- 52 A corrente $i(t)$ está adiantada de 90° em relação à tensão $v(t)$.
- 53 O fasor de $i(t)$ pode ser representado corretamente por $I \angle \theta$, em que I é igual a $\frac{5}{\sqrt{2}}$ A e θ é igual a -60° .
- 54 Se $v(t)$ for a tensão de alimentação aplicada a um elemento passivo e linear de circuito, $i(t)$ corresponderá à corrente que fluirá por esse elemento, caso ele seja um capacitor.
- 55 A frequência de $i(t)$ é igual à de $v(t)$.



Considerando que o circuito elétrico esquematizado na figura acima esteja operando em regime permanente e seja alimentado pela fonte de tensão $v(t) = 10 \text{ sen}(100t + 120^\circ)$, em volts, julgue os itens consecutivos.

- 56 A impedância equivalente do circuito vista pela fonte de tensão possui, na forma polar, ângulo representado por um número real positivo.
- 57 Substituindo-se o resistor de 1 ohm por um capacitor de 0,002 F, as correntes $i_1(t)$ e $i_2(t)$ tornam-se iguais.
- 58 Caso os indutores de 0,05 H e 0,2 H sejam substituídos por um curto-circuito entre seus terminais, a potência reativa fornecida pela fonte, nessa nova configuração, corresponderá a 100 var.
- 59 A corrente que circula pelo resistor de 10 ohms é nula.

Uma instalação elétrica industrial é composta, basicamente, por três cargas trifásicas lineares, equilibradas, todas com características indutivas, com as potências apresentadas a seguir.

- carga I. 25 kW e 20 kvar
 carga II. 10 kW e 5 kvar
 carga III. 5 kW e 5 kvar

Com base nessas informações e considerando a necessidade de adequar o fator de potência da referida instalação, julgue os itens de 60 a 63.

- 60 O fator de potência de toda a instalação elétrica em apreço é igual a 0,7 atrasado.
- 61 Para corrigir o fator de potência dessa instalação elétrica industrial para 1, é necessária a instalação de um banco de capacitores com potência reativa equivalente a 20 kvar.

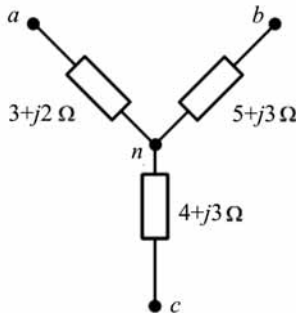
62 A instalação de um banco de capacitores para a correção do fator de potência culminará necessariamente com a redução da potência aparente demandada da concessionária de energia elétrica, considerando que o fator de potência resultante permaneça indutivo.

- 63 O valor da capacitância, em farads, para cada fase de um banco de capacitores ligado em estrela pode ser determinado por $\frac{(Q_c / 3)}{2\pi \cdot f \cdot V \frac{2}{L}}$, em que Q_c é a potência reativa trifásica do banco; f é a frequência, em Hz, da tensão da rede elétrica; e V_L é a tensão de linha no ponto de instalação.

RASCUNHO

Julgue os itens seguintes, relativos a sistemas trifásicos.

- 64 Sistemas trifásicos equilibrados possuem um custo mais elevado para transmissão da mesma potência quando comparados com três circuitos monofásicos separados.
- 65 Considerando o intervalo de tempo correspondente ao período de um ciclo da tensão CA em um sistema trifásico, a sequência de fases das tensões pode ser definida como a ordem com que o sinal de tensão de cada fase passa pelo seu valor máximo.
- 66 O módulo da corrente de fase de uma carga conectada em triângulo equivale, necessariamente, ao módulo da corrente de linha multiplicado por $\sqrt{3}$.
- 67 Se um sistema trifásico equilibrado tiver sequência de fases direta abc , então, para a sequência de fases inversa, uma carga ligada em estrela, equilibrada, terá tensão de linha entre as fases a e b adiantada de 30° com relação à tensão entre a fase a e o centro estrela da carga.
- 68 Para a carga trifásica ilustrada na figura abaixo, a potência complexa trifásica é $\frac{3 \cdot |\bar{V}_{an}|^2}{3 - j2}$, em que $j = \sqrt{-1}$ e \bar{V}_{an} é a tensão da fase a .



- 69 Em sistemas trifásicos equilibrados, a expressão da potência ativa trifásica, válida tanto para cargas ligadas em estrela quanto para aquelas conectadas em triângulo, é $P = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$, em que V_L corresponde à tensão entre fases, I_L à corrente de linha e $\cos \phi$, ao fator de potência.
- 70 A potência instantânea entregue por um gerador trifásico, sob condições equilibradas e em regime permanente, é constante. Esse fato não ocorre para a situação em que o gerador é monofásico.

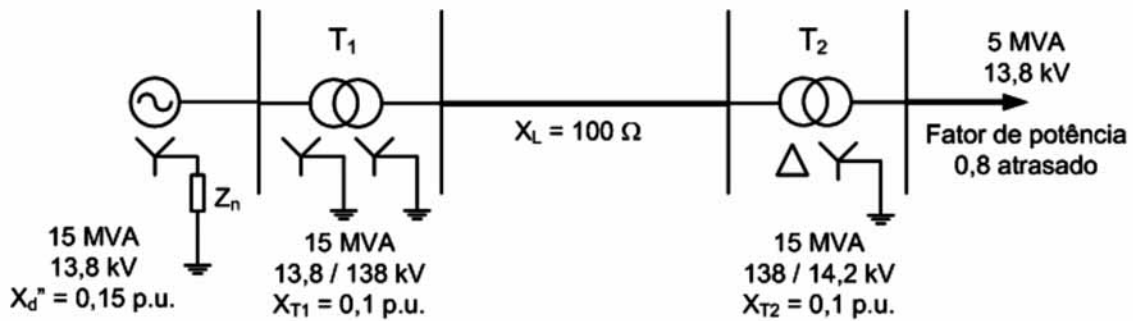
Julgue os itens subsequentes, acerca do método dos dois wattímetros para medição de potência ativa em circuitos trifásicos.

- 71 Em uma carga trifásica equilibrada alimentada por tensões equilibradas, se os dois wattímetros estiverem ligados corretamente e indicarem leituras iguais, possivelmente a referida carga será puramente resistiva.
- 72 O método dos dois wattímetros pode sempre ser utilizado para medir potência ativa em sistemas trifásicos equilibrados, mas, em sistemas trifásicos desequilibrados, esse método só é válido para conexões a três fios.
- 73 Considerando que as fases em um sistema trifásico sejam representadas por a , b e c , para se medir a potência ativa de uma carga equilibrada ligada em estrela, utilizando-se o método dos dois wattímetros, a bobina de corrente de cada wattímetro terá de ser conectada em série com a impedância da carga, e a bobina de tensão deverá ser colocada com um terminal na fase a , b ou c e o outro, no ponto neutro da carga.

Acerca de componentes simétricas para a análise de circuitos trifásicos, julgue os itens a seguir.

- 74 Em sistemas trifásicos desequilibrados a quatro fios, a corrente de retorno pelo condutor neutro é igual à corrente de sequência zero.
- 75 O método das componentes simétricas é comumente utilizado em análises de faltas assimétricas, como nas situações que envolvem o cálculo de correntes de curtos-circuitos fase-terra.
- 76 Para um sistema trifásico desequilibrado, com sequência de fases abc e componentes simétricas de tensões $\bar{V}_{a1} = 100 \angle -60^\circ \text{ V}$, $\bar{V}_{a2} = 5 \angle -120^\circ \text{ V}$, $\bar{V}_{a0} = 1 \angle -0^\circ \text{ V}$, a tensão da fase b é igual a $\bar{V}_b = 94 \angle 90^\circ \text{ V}$.
- 77 Um sistema trifásico desequilibrado não apresenta componentes de sequência zero nas tensões de linha.
- 78 De acordo com o teorema de Fortescue, um sistema desequilibrado composto por três fasores de uma mesma grandeza de fase pode ser substituído corretamente por três conjuntos de fasores equilibrados, cada conjunto constituindo um sistema denominado de sequência, caracterizado da seguinte forma: sistema de sequência positiva, que consiste em três fasores com módulos iguais, defasados de 60° , contendo mesma sequência de fases do sistema desequilibrado original; sistema de sequência negativa, que consiste em três fasores com módulos iguais defasados de 60° , contendo sequência de fases oposta ao sistema desequilibrado original; e sistema de sequência zero, que consiste em três fasores com módulos iguais e em fase.

RASCUNHO



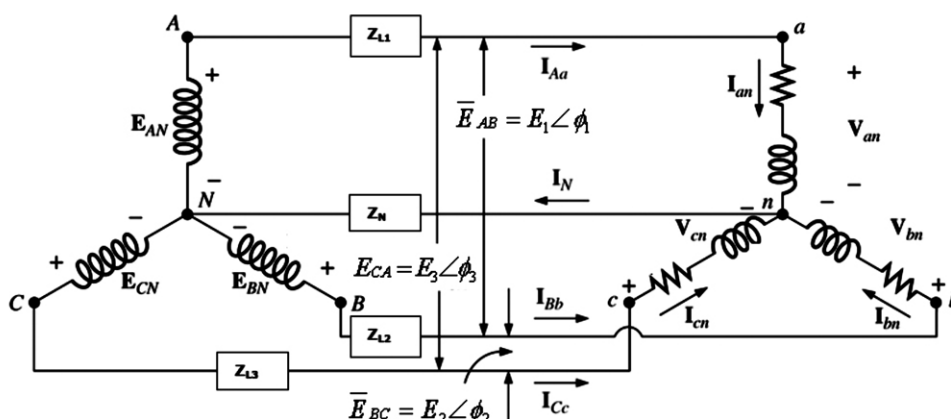
A figura acima mostra o diagrama unifilar de um sistema elétrico trifásico constituído de um gerador, dois transformadores trifásicos de potência, uma linha de transmissão e uma carga equivalente. Nesse sistema, o gerador é constituído por uma fonte de tensão em série com a reatância subtransitória; os transformadores e a linha de transmissão são representados por suas respectivas reatâncias equivalentes e a carga, por uma impedância constante (potência 5 MVA e tensão 13,8 kV). Considerando que o gerador seja ajustado para operar com tensão nominal em seus terminais, julgue os itens a seguir, adotando bases de potência de 15 MVA e de tensão de 13,8 kV no gerador.

- 79 Para a ocorrência de curto-circuito fase-terra na linha de transmissão, a impedância de aterramento do gerador não afeta a intensidade da corrente desse curto-circuito.
- 80 As representações dos dois transformadores no modelo de circuito de sequência zero possuem a mesma reatância em p.u. e independem da forma como os mesmos sejam ligados.
- 81 O módulo da impedância da carga, em p.u., pode ser obtido por meio da expressão $\frac{3 \times 13,8^2}{14,2^2}$.
- 82 A tensão nos terminais da carga é necessariamente inferior a 1,0 p.u.
- 83 O valor da reatância da linha de transmissão é menor que 0,1 p.u.

Três transformadores monofásicos de 25 MVA, 60 Hz e 138 kV/19 kV foram interligados de modo a se obter o equivalente a um transformador trifásico com conexão triângulo-estrela. A conexão estrela corresponde ao lado de baixa tensão (secundário) e a reatância de dispersão de cada transformador monofásico é igual a 15%.

A partir dessas informações, julgue os próximos itens.

- 84 As tensões de linha nominais do referido banco de transformadores são aproximadamente iguais a 240 kV para o primário e 33 kV para o secundário. A potência e a reatância desse banco são iguais, respectivamente, a 75 MVA e a 0,15 p.u.
- 85 A corrente nominal no lado em estrela desse banco de transformadores monofásicos é igual a $\frac{25}{19}$ kA.



R. L. Boylestad. *Introdução à análise de circuitos*. 10.^a ed., São Paulo: Prentice Hall, 2004, p. 668 (com adaptações).

A figura acima mostra um sistema elétrico trifásico com gerador, linha de transmissão e carga. Considerando que as impedâncias de linha Z_{L1} , Z_{L2} e Z_{L3} sejam diferentes de zero e que as tensões de fase do gerador, em volts, sejam equilibradas e representadas pelos fasores $\vec{E}_{AN} = E_{AN} \angle 0^\circ$, $\vec{E}_{BN} = E_{BN} \angle -120^\circ$ e $\vec{E}_{CN} = E_{CN} \angle 120^\circ$, julgue os itens seguintes.

- 86 O sistema apresenta sequência de fases direta (sequência abc).
- 87 Se o sistema estiver em operação, independentemente do instante de tempo, a soma fasorial das três tensões de fase do gerador será nula.
- 88 As tensões de linha na carga são iguais às tensões de linha nos terminais do gerador.

A comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como destes com seus consumidores, no Sistema Interligado Nacional (SIN), deve ocorrer mediante contratação regulada ou livre, nos termos da Lei n.º 10.848/2004, e do seu regulamento. Acerca desse assunto e da expansão da oferta de energia elétrica ditada pela Lei n.º 10.438/2002, julgue os itens subsequentes.

- 89 As concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica do SIN devem garantir o atendimento à totalidade de seu mercado, estando cientes de que os riscos hidrológicos serão assumidos pelos geradores, nos contratos de quantidade de energia, e pelos compradores, nos contratos de disponibilidade de energia; neste caso, sem direito de repassar os custos às tarifas dos consumidores finais.
- 90 Os processos licitatórios devem contemplar, entre outros aspectos, tratamento para energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração já existentes e de novos empreendimentos de geração e para energia proveniente de fontes alternativas.
- 91 Salvo exceção prevista em lei, é vedado à concessionária e permissionária de serviço público federal de energia elétrica, bem como à sua controlada ou coligada, controladora direta ou indireta e outra sociedade igualmente controlada ou coligada da controladora comum, explorar o serviço público estadual de gás canalizado.
- 92 Se duas usinas que funcionem com fontes primárias diferentes — uma hidrelétrica e outra térmica — forem interligadas por uma linha de transmissão, o sistema por elas formado será do tipo co-geração.
- 93 As regras de comercialização aplicam-se às concessionários, permissionários e autorizados de geração, de distribuição e de comercialização de energia elétrica, incluindo-se empresas sob controle federal, estadual ou municipal.

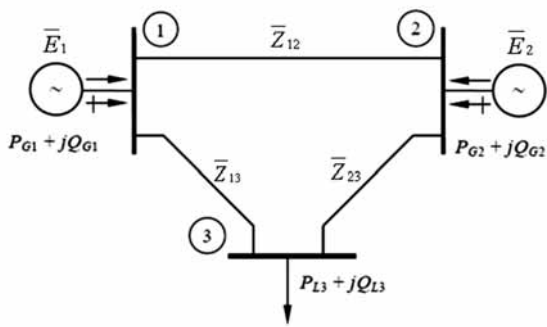
Os estudos de viabilidade técnica, econômica, ambiental e social visam, sobretudo, a preservação da natureza, com a continuidade da exploração energética, mas sem degradação da biodiversidade. A esse respeito, julgue os itens subsequentes.

- 94 Ao concessionário, permissionário ou autorizado responsável pela distribuição ou transmissão de energia elétrica não pode ser concedida autorização para instalação desses empreendimentos nas unidades de conservação federais de uso sustentável.
- 95 O requerimento para a realização de estudos sobre potenciais de energia hidráulica deve ser instruído com plano de trabalho discriminando as atividades que se pretende realizar, a metodologia de sua elaboração e o período pretendido. Pode compreender, ainda, estudos energéticos, ambientais e socioeconômicos.
- 96 Os estudos de viabilidade técnica, social, econômica e ambiental de sistemas de transmissão e de distribuição de energia elétrica em unidades de conservação, exceto em área de proteção ambiental e reserva particular do patrimônio natural, dependem de prévia autorização do Instituto Chico Mendes.

A respeito de motores síncronos, de indução e de corrente contínua, julgue os itens subsequentes.

- 97 Motores universais, amplamente utilizados em eletrodomésticos, operam tanto com corrente contínua quanto com corrente alternada.
- 98 Considere que duas máquinas síncronas M_A e M_B estejam operando como alternadores ligados em paralelo a um barramento e que, devido a uma falha no esquema de controle do sistema de excitação, a máquina M_A sofra decréscimo da corrente de campo e da força eletromotriz gerada, tornando-se este valor menor que a tensão do barramento. Nessa situação, é correto afirmar que a máquina M_A sofre o fenômeno denominado motorização e passa a funcionar como motor.
- 99 A velocidade relativamente constante, tanto a vazio como em plena carga, é uma das características do motor de corrente contínua do tipo série, cuja corrente de carga é utilizada também como corrente de excitação.

RASCUNHO



C. L. T. Borges, S. E. Hazan, L. Guerra. *Análise de sistema de potência*. Rio de Janeiro: EE-UFRJ, 2005, p. 50 (com adaptações).

No diagrama unifilar mostrado na figura acima, são indicadas as potências complexas $\bar{S}_1 = P_{G1} + jQ_{G1}$ e $\bar{S}_2 = P_{G2} + jQ_{G2}$ injetadas nas barras 1 e 2, respectivamente, assim como a potência complexa, $\bar{S}_3 = P_{L3} + jQ_{L3}$, que é absorvida por uma carga conectada à barra 3. Nesse diagrama, as equações do fluxo de potência, considerando-se a injeção de potência líquida na barra k , em função dos parâmetros da rede e das tensões nas barras, de forma geral, são representadas por equações do tipo em que Y_{km}^* é o número complexo conjugado correspondente a Y_{km} , elemento da matriz de admitância nodal (ou matriz Ybus); \bar{I}_k é a corrente injetada na barra k , \bar{E}_k é a tensão nodal de barra; e n é o número de barras do sistema.

Com base nessas informações, e considerando

$$\bar{S}_k = P_k + jQ_k = \bar{E}_k \cdot \bar{I}_k^* = \bar{E}_k \cdot \left(\sum_{m=1}^n Y_{km}^* \cdot \bar{E}_m \right), k=1, n \text{ que } j = \sqrt{-1}, \text{ julgue os}$$

itens a seguir.

- 100** Se as impedâncias entre as barras 1 e 2 e entre as barras 2 e 3 forem, ambas, iguais a $j0,25$ p.u. (por unidade), então o elemento Y_{22} da matriz de admitância nodal será igual a $-j4$ p.u.
- 101** Independentemente das potências geradas na barra 2 e das potências ativa e reativa da carga na barra 3, a barra 2 recebe potências ativa e reativa da barra 1.
- 102** Sabendo-se que a barra flutuante é uma barra de tensão controlada e serve de referência angular para o sistema, é correto concluir que a barra 3 não poderá ser barra flutuante nesse sistema.

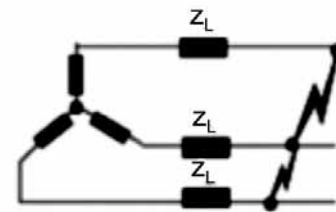


figura I

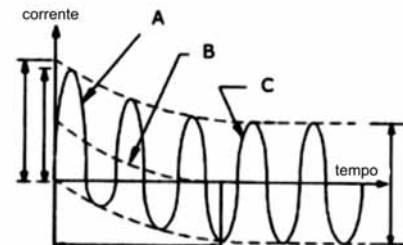


figura II

Um gerador síncrono trifásico foi conectado a um sistema elétrico por meio de uma linha de transmissão trifásica, com impedância por fase Z_L , consistindo no sistema elétrico mostrado na figura I. Após duas horas de funcionamento, houve um curto-circuito trifásico no terminal da linha oposto àquele em que o gerador está conectado. A forma de onda da corrente de curto-circuito, em uma das fases, no tempo — a partir do instante em que a falta ocorreu até o estado de regime permanente —, é mostrada na figura II.

Com base nessas informações, e considerando que a impedância Z_L seja muito maior que a impedância por fase do gerador, julgue os próximos itens.

- 103** A curva indicada pela letra B, na figura II, representa a componente contínua da corrente transitória de curto-circuito.
- 104** A parte da curva indicada pela letra C caracteriza o início do estado de regime permanente da corrente de curto-circuito, ou seja, a corrente que persiste no sistema depois de decorridos os fenômenos transitórios decorrentes do curto-circuito.
- 105** Considerando-se que a resposta oscilatória do sistema durante o período transitório subsequente à perturbação tenha sido amortecida e que o sistema tenha atingido novo ponto de operação em um tempo finito, é correto afirmar que esse sistema é estável.
- 106** Na figura II, a curva indicada pela letra A é característica de corrente de curto-circuito simétrica no tempo.

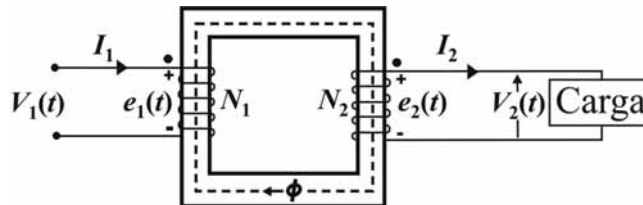
O papel do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), regido pelas disposições legais e regulamentares contidas no estatuto anexo à Resolução n.º 328/2004, é executar as atividades de coordenação e controle da operação, da geração e da transmissão de energia elétrica do SIN, sob a fiscalização e a regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). A respeito desse assunto, julgue os itens de **107** a **109**.

- 107** Cabe ao ONS garantir que todos os agentes do setor elétrico tenham acesso à rede de transmissão, de forma não discriminatória.
- 108** Não são considerados membros do ONS os agentes importadores e exportadores titulares de autorização para implantação de sistemas de transmissão associados à importação de energia elétrica conectados à rede básica.
- 109** O ONS, entre outros objetivos, visa promover a otimização da operação do sistema eletroenergético, visando o menor custo para o sistema, observados os padrões técnicos e os critérios de confiabilidade estabelecidos nos procedimentos de rede aprovados pela ANEEL.

$$\begin{bmatrix} \text{Entrada de} \\ \text{energia de} \\ \text{fonte elétrica} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Saída de} \\ \text{energia} \\ \text{mecânica} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{Aumento na energia} \\ \text{armazenada no} \\ \text{campo de acoplamento} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{Energia} \\ \text{convertida} \\ \text{em calor} \end{bmatrix}$$

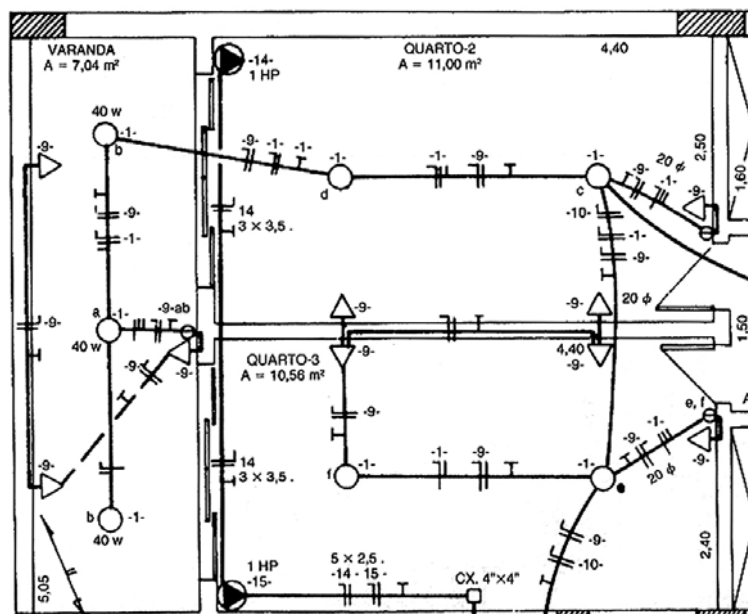
Considerando a expressão acima, que ilustra o balanço de energia em uma máquina elétrica, julgue os itens seguintes.

- 110 Os dispositivos de excitação única, como relés e solenoides, geralmente usados para desenvolver forças de impulso não controladas são exemplos de sistemas de conversão eletromecânica de energia.
- 111 Caso o processo de conversão eletromecânica de energia se refira ao balanço de energia para um gerador, a entrada de energia da fonte elétrica e a saída de energia mecânica são ambas positivas.
- 112 A perda dielétrica no acoplamento elétrico é um exemplo de processo em que a conversão de energia em calor é irreversível.



A figura acima ilustra o esquema de um transformador monofásico ideal, de dois enrolamentos, instalado em uma residência. No lado primário (enrolamento com N_1 espiras), a tensão nominal do enrolamento é igual a 110 V, 60 Hz. O lado secundário desse transformador tem 2.000 espiras e tensão nominal igual a 220 V. Nesse enrolamento, foi ligado um forno elétrico com potência de 3.300 W, 220 V, 60 Hz, e algumas lâmpadas incandescentes, também de tensão nominal 220 VA, 60 Hz e potência de 60 W, cada. Considerando que a potência nominal do transformador seja igual a 4.000 VA e que a potência máxima a ser utilizada pelo transformador não poderá passar de 90% de sua capacidade nominal, julgue os itens a seguir.

- 113 O número de espiras no primário desse transformador é igual a 4.000.
- 114 O módulo da tensão $e_2(t)$ — tensão induzida no secundário — é diretamente proporcional ao número de espiras do secundário e inversamente proporcional ao fluxo magnético produzido no enrolamento primário.
- 115 Além do forno elétrico, dez lâmpadas incandescentes podem ser ligadas ao transformador, sem que a potência admitida para operação do transformador seja ultrapassada.



J. Niskier. Manual de instalações elétricas. Rio de Janeiro: LTC, 2005, p. 283.

A figura acima mostra trecho de uma planta que faz parte do projeto de instalações elétricas prediais de uma residência. Com base nessa planta, julgue os itens a seguir.

- 116 As lâmpadas da varanda são comandadas por um interruptor de uma única seção.
- 117 As tomadas baixas do quarto 2 possuem condutores de fase, neutro e terra.
- 118 No quarto 2, há uma tomada e um interruptor pertencentes a um mesmo circuito.
- 119 A instalação elétrica da varanda é composta por dois circuitos.
- 120 Considere que determinado equipamento, que demande 1 HP de potência, ligado à tomada do circuito 14 sofra danos e provoque, então, disparo do disjuntor de proteção do respectivo circuito. Nessa situação, as lâmpadas da varanda não poderão ser energizadas.