



# PREFEITURA DE SÃO PAULO

CONCURSO PÚBLICO

## 003. PROVA OBJETIVA

### ESPECIALISTA EM DESENVOLVIMENTO URBANO I – ENGENHARIA ELÉTRICA

- ♦ Você recebeu sua folha de respostas e este caderno contendo 45 questões objetivas.
- ♦ Confira seu nome e número de inscrição impressos na capa deste caderno.
- ♦ Leia cuidadosamente as questões e escolha a resposta que você considera correta.
- ♦ Responda a todas as questões.
- ♦ Marque, na folha intermediária de respostas, localizada no verso desta página, a letra correspondente à alternativa que você escolheu.
- ♦ Transcreva para a folha de respostas, com caneta de tinta azul ou preta, todas as respostas anotadas na folha intermediária de respostas.
- ♦ A duração da prova é de 3 horas.
- ♦ Só será permitido sair da sala após transcorrida a metade do tempo de duração da prova.
- ♦ Ao sair, você entregará ao fiscal a folha de respostas e este caderno, podendo destacar esta capa para futura conferência com o gabarito a ser divulgado.

AGUARDE A ORDEM DO FISCAL PARA ABRIR ESTE CADERNO DE QUESTÕES.



# PREFEITURA DE SÃO PAULO

## FOLHA INTERMEDIÁRIA DE RESPOSTAS

QUESTÃO	RESPOSTA				
01	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
02	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
03	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
04	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
05	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

06	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
07	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
08	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
09	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
10	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

11	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
12	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
13	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
14	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
15	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

QUESTÃO	RESPOSTA				
16	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
17	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
18	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
19	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
20	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

21	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
22	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
23	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
24	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
25	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

26	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
27	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
28	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
29	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
30	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

QUESTÃO	RESPOSTA				
31	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
32	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
33	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
34	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
35	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

36	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
37	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
38	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
39	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
40	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

41	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
42	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
43	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
44	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
45	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

01. Uma fonte trifásica simétrica de sequência direta (ABC) alimenta uma carga trifásica equilibrada, ligada em estrela, através de uma linha de transmissão cuja impedância por fase é  $\bar{Z}_L = 3 + j4 \text{ } [\Omega]$ . Dado que a impedância da carga por fase é  $\bar{Z}_C = 5 + j2 \text{ } [\Omega]$  e que a tensão de fase na fonte é  $\dot{V}_{AN} = 200 \angle 0^\circ \text{ } [V]$ , assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor da corrente de fase  $\dot{I}_B$  na fonte. Considere  $\text{atan}(3/4) \approx 37^\circ$ .

- (A)  $20 \angle 37^\circ \text{ } [A]$ .
- (B)  $20 \angle -157^\circ \text{ } [A]$ .
- (C)  $10 \angle 37^\circ \text{ } [A]$ .
- (D)  $10 \angle -83^\circ \text{ } [A]$ .
- (E)  $20 \angle -83^\circ \text{ } [A]$ .

02. Um reator trifásico foi realizado pela ligação em triângulo de um banco de reatores monofásicos, cada um com impedância de  $150 \text{ } [\Omega]$ . Dois desses reatores trifásicos foram colocados em paralelo para o suporte de reativos de um sistema trifásico, simétrico e equilibrado. Assinale a alternativa que apresenta corretamente a impedância do circuito monofásico equivalente dessa associação de reatores.

- (A)  $150 \text{ } [\Omega]$ .
- (B)  $75 \text{ } [\Omega]$ .
- (C)  $25 \text{ } [\Omega]$ .
- (D)  $7,5 \text{ } [\Omega]$ .
- (E)  $1,5 \text{ } [\Omega]$ .

03. Uma fonte simétrica, trifásica e de sequência direta (ABC), ligada em estrela aterrada, alimenta uma carga trifásica, desequilibrada e ligada em estrela aterrada, cujas impedâncias são:  $\bar{Z}_{AN} = 10 \text{ } [\Omega]$ ,  $\bar{Z}_{BN} = j10 \text{ } [\Omega]$  e  $\bar{Z}_{CN} = 5 - j8,7 \text{ } [\Omega]$ . Supondo que a tensão na fase A da carga seja  $\dot{V}_{AN} = 100 \angle 30^\circ \text{ } [V]$ , assinale a alternativa que apresenta corretamente a corrente de neutro do sistema (obs.:  $\text{sen } 60^\circ \approx 0,87$ ).

- (A)  $-17,4 \text{ } [A]$ .
- (B)  $-8,7 \text{ } [A]$ .
- (C)  $10,0 \text{ } [A]$ .
- (D)  $-10,0 \text{ } [A]$ .
- (E)  $17,4 \text{ } [A]$ .

04. Uma fonte trifásica e simétrica, de tensão de fase  $\dot{V}_{AN} = 400 \angle 30^\circ \text{ } [V]$ , ligada em estrela com neutro aterrado, alimenta um conjunto de cargas através de uma linha trifásica, com mútuas, com impedâncias próprias em cada fase  $\bar{Z}_{AA} = \bar{Z}_{BB} = \bar{Z}_{CC} = 8j \text{ } [\Omega]$  e impedâncias mútuas entre fases  $\bar{Z}_{AB} = \bar{Z}_{BA} = \bar{Z}_{AC} = \bar{Z}_{CA} = \bar{Z}_{BC} = \bar{Z}_{CB} = 2j \text{ } [\Omega]$ . Uma carga monofásica é ligada na fase B, resultando em correntes na fonte iguais a  $\dot{I}_B = 10 \angle -90^\circ \text{ } [A]$  e  $\dot{I}_A = \dot{I}_C = 0 \text{ } [A]$ . Nessa condição, o módulo da queda de tensão entre os terminais da linha na fase C é

- (A)  $4 \text{ } [V]$ .
- (B)  $8 \text{ } [V]$ .
- (C)  $10 \text{ } [V]$ .
- (D)  $20 \text{ } [V]$ .
- (E)  $80 \text{ } [V]$ .

05. Um engenheiro electricista efetuou medições de tensões de fase, em  $[V]$ , correntes de linha, em  $[A]$ , e potência complexa trifásica em  $[W]$  e  $[VAR]$ , em um sistema trifásico de sequência positiva (ABC). Os dados obtidos a partir dessas medições estão apresentados na tabela.

$\dot{V}_{AN}$	$\dot{V}_{CN}$	$\dot{I}_A$	$\dot{I}_C$	$P$	$Q$
$100 \angle 45^\circ$	$100 \angle 165^\circ$	$10 \angle -15^\circ$	$10 \angle -75^\circ$	500	0

Assinale a alternativa que indica, corretamente, a corrente de linha  $\dot{I}_B$ , considerando os dados apresentados na tabela e supondo que as tensões de fase são simétricas.

- (A)  $5 \angle -75^\circ \text{ } [A]$ .
- (B)  $5 \angle 75^\circ \text{ } [A]$ .
- (C)  $10 \angle 45^\circ \text{ } [A]$ .
- (D)  $10 \angle -45^\circ \text{ } [A]$ .
- (E)  $10 \angle 135^\circ \text{ } [A]$ .

06. Um gerador síncrono de polos lisos possui potência nominal  $S_n = 80,0 \text{ } [MVA]$ , tensão terminal  $V_t = 10,0 \text{ } [kV]$ , reatância síncrona subtransitória  $X_s'' = 4,0 \text{ } [\Omega]$  e resistência de armadura  $R_a = 0,1 \text{ } [\Omega]$ . A representação das grandezas desse gerador, em valores por unidade, na base de outro gerador de potência nominal de  $100,0 \text{ } [MVA]$  e tensão terminal de  $10,0 \text{ } [kV]$ , é:

- (A)  $V_t = 1,0 \text{ } [p.u.]$ ,  $S_n = 0,8 \text{ } [p.u.]$ ,  $X_s'' = 4,0 \text{ } [p.u.]$  e  $R_a = 0,1 \text{ } [p.u.]$ .
- (B)  $V_t = 1,0 \text{ } [p.u.]$ ,  $S_n = 1,25 \text{ } [p.u.]$ ,  $X_s'' = 4,0 \text{ } [p.u.]$  e  $R_a = 0,1 \text{ } [p.u.]$ .
- (C)  $V_t = 1,0 \text{ } [p.u.]$ ,  $S_n = 0,8 \text{ } [p.u.]$ ,  $X_s'' = 0,25 \text{ } [p.u.]$  e  $R_a = 0,025 \text{ } [p.u.]$ .
- (D)  $V_t = 0,1 \text{ } [p.u.]$ ,  $S_n = 1,0 \text{ } [p.u.]$ ,  $X_s'' = 1,0 \text{ } [p.u.]$  e  $R_a = 1,0 \text{ } [p.u.]$ .
- (E)  $V_t = 0,1 \text{ } [p.u.]$ ,  $S_n = 0,8 \text{ } [p.u.]$ ,  $X_s'' = 1,0 \text{ } [p.u.]$  e  $R_a = 1,0 \text{ } [p.u.]$ .

07. Em um sistema de distribuição trifásico, simétrico e equilibrado a 3 fios, duas barras ou dois nós trifásicos são interligados por um trecho de rede com uma impedância série equivalente, por fase, de  $\bar{Z}_{eq} = 1,0 j$  [p.u.]. Sabendo-se que a barra 1, a montante desse trecho, possui tensão de fase  $\dot{V}_{1AN} = 1,0 \angle 0^\circ$  [p.u.] e que a barra 2, a jusante desse trecho, possui tensão  $\dot{V}_{2AN} = 1,0 \angle 30^\circ$  [p.u.], a potência aparente trifásica complexa que flui da barra 1 para a barra 2 dessa rede em [p.u.] é, aproximadamente,

- (A)  $-0,5 - 0,14j$  [p.u.].  
 (B)  $-0,5 + 0,14j$  [p.u.].  
 (C)  $-1,5 - 0,42j$  [p.u.].  
 (D)  $+1,5 + 0,42j$  [p.u.].  
 (E)  $-1,5 + 0,42j$  [p.u.].

08. Em um sistema de potência trifásico, simétrico e equilibrado, um transformador estrela aterrada/estrela aterrada, com comutador de derivação (*tap changer*) no lado carga, é representado em valores por unidade, por sua impedância de curto-circuito  $\bar{Z}_{cc} = 0,5j$  [p.u.] e um autotransformador ideal. Esse transformador está conectado de forma a alimentar um conjunto de cargas, representadas pela impedância  $\bar{Z}_c$ , a partir de uma fonte ideal, com tensão de 1,0 [p.u.]. Quando o transformador está no TAP de +5,0 [%] e alimenta um conjunto de cargas com impedância total  $\bar{Z}_c = 0,6 + 0,3j$  [p.u.] na base nominal do transformador, o valor da corrente na fonte, em [p.u.], é igual a:

- (A)  $\frac{1,0}{0,5j + \left(\frac{0,6 + 0,3j}{0,95^2}\right)}$   
 (B)  $\frac{1,0}{0,5j + \left(\frac{0,6 + 0,3j}{1,05^2}\right)}$   
 (C)  $\frac{1,05}{0,6 + 0,8j}$   
 (D)  $\frac{1,0}{0,6 + 0,8j}$   
 (E)  $\frac{0,95}{0,6 + 0,8j}$

09. Uma carga trifásica e equilibrada é composta por três impedâncias de  $120 + j90$  [ $\Omega$ ], ligadas em triângulo. Assinale a alternativa que apresenta corretamente a corrente de linha nessa carga,  $i_A$  em [p.u.], quando alimentada por uma fonte de tensão trifásica, simétrica e de sequência direta (ABC). Para tanto, considere que a tensão na fase A da fonte é  $\dot{V}_{AN} = 200 \angle 0^\circ$  [V], que a potência de base por fase é  $S_{base} = 1\ 000$  [VA] e que a tensão de base é a tensão na fase A da fonte (obs.:  $\cos(0,8) \approx 37^\circ$ ).

- (A)  $0,4 \angle 37^\circ$  [p.u.].  
 (B)  $0,4 \angle -53^\circ$  [p.u.].  
 (C)  $0,8 \angle -37^\circ$  [p.u.].  
 (D)  $0,8 \angle -127^\circ$  [p.u.].  
 (E)  $0,8 \angle 83^\circ$  [p.u.].

10. Os fasores para as tensões de fase em um dado sistema de potência foram medidos:  $\dot{V}_{AN} = \dot{V}_{BN} = \dot{V}_{CN} = 120 \angle 30^\circ$ , dados em [V]. As componentes simétricas de sequência positiva, negativa e zero para esse sistema, em [V], são, respectivamente:

- (A)  $\dot{V}_1 = 0$ ;  $\dot{V}_2 = 0$  e  $\dot{V}_0 = 360 \angle 30^\circ$ .  
 (B)  $\dot{V}_1 = 0$ ;  $\dot{V}_2 = 120 \angle 30^\circ$  e  $\dot{V}_0 = 120 \angle 30^\circ$ .  
 (C)  $\dot{V}_1 = 120 \angle 30^\circ$ ;  $\dot{V}_2 = 120 \angle 30^\circ$  e  $\dot{V}_0 = 0$ .  
 (D)  $\dot{V}_1 = 120 \angle 30^\circ$ ;  $\dot{V}_2 = 0$  e  $\dot{V}_0 = 120 \angle 30^\circ$ .  
 (E)  $\dot{V}_1 = 0$ ;  $\dot{V}_2 = 0$  e  $\dot{V}_0 = 120 \angle 30^\circ$ .

11. Um engenheiro eletricista efetuou medições das componentes simétricas de tensões, em [V], e correntes, em [A], em um sistema trifásico de sequência positiva (ABC). Os dados obtidos a partir dessas medições estão apresentados na tabela.

$\dot{V}_0$	$\dot{I}_0$	$\dot{V}_1$	$\dot{I}_1$	$\dot{V}_2$	$\dot{I}_2$
$100 \angle 0^\circ$	$10 \angle -30^\circ$	$2000 \angle 30^\circ$	$20 \angle 0^\circ$	$10 \angle 5^\circ$	$5 \angle -25^\circ$

Assinale a alternativa que indica, corretamente, a potência complexa trifásica, considerando os dados apresentados na tabela.

- (A)  $123\ 150 \angle -30^\circ$  [VA].  
 (B)  $123\ 150 \angle 30^\circ$  [VA].  
 (C)  $41\ 050 \angle -30^\circ$  [VA].  
 (D)  $41\ 050 \angle 30^\circ$  [VA].  
 (E)  $40\ 000 \angle 30^\circ$  [VA].

12. Um banco de transformadores monofásicos é utilizado para criar um transformador trifásico, com os enrolamentos primários conectados em estrela, com centro-estrela aterrado por impedância, e os enrolamentos secundários conectados em triângulo (yD1). A representação desse transformador em componentes simétricas apresenta

- (A) um diagrama de sequência positiva, que conecta os terminais do primário ao secundário através de uma impedância de sequência positiva, em série com um defasador de  $-30,0^\circ$ , devido à defasagem entre o primário e o secundário.  
 (B) um diagrama de sequência zero, que conecta os terminais do primário ao secundário através de uma impedância de sequência zero, de valor próximo de zero.  
 (C) um diagrama de sequência negativa, que conecta os terminais do primário ao secundário através de uma impedância de sequência negativa, em série com um defasador de  $-30,0^\circ$ , devido à defasagem entre o primário e o secundário.  
 (D) um diagrama de sequência positiva, que conecta os terminais do primário ao secundário através de uma impedância de sequência positiva, em série com um defasador de  $+30,0^\circ$ , devido à defasagem entre o primário e o secundário.  
 (E) tanto o diagrama de sequência positiva como o diagrama de sequência negativa como uma conexão entre os terminais do primário e do secundário, através de simples impedâncias de sequência positiva e negativa de mesmo valor.

13. Uma fonte trifásica ideal, simétrica e de seqüência positiva (ABC), encontra-se na configuração estrela aterrada. Essa fonte alimenta uma impedância de carga, que está conectada entre a fase A da fonte e o ponto de aterramento. Supondo que a impedância da carga seja  $\bar{Z}_{carga} = 10j [\Omega]$  e que a tensão na fase A da fonte seja  $V_{AN} = 300 \angle 30^\circ [V]$ , assinale a alternativa que apresenta corretamente as correntes nas fases A, B e C da fonte.

(A) 
$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 30 \angle -60^\circ \\ 30 \angle -60^\circ \\ 30 \angle -60^\circ \end{bmatrix} [A].$$

(B) 
$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \angle -60^\circ \\ 10 \angle -60^\circ \\ 10 \angle -60^\circ \end{bmatrix} [A].$$

(C) 
$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 30 \angle -60^\circ \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} [A].$$

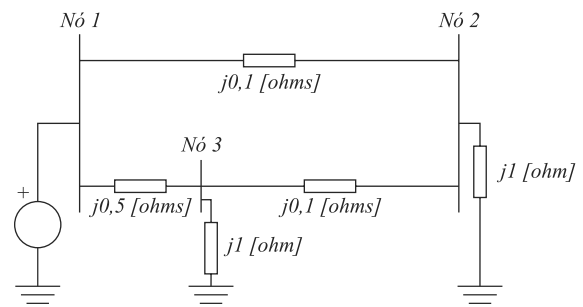
(D) 
$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \angle -60^\circ \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} [A].$$

(E) 
$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 \angle -60^\circ \\ 20 \angle -60^\circ \\ 20 \angle -60^\circ \end{bmatrix} [A].$$

14. Um equipamento de oscilografia permitiu a captura de um evento de curto-circuito trifásico permanente envolvendo a terra, em uma determinada barra de um sistema de potência trifásico, simétrico e equilibrado. Na situação de pré-falta, a tensão nessa barra do sistema de potência era estável, com 1,1 [p.u.] de valor eficaz de fase, e a corrente injetada/consumida da barra era de zero [p.u.]. Durante a falta, a corrente assumiu um valor eficaz estável de 11,0 [p.u.] nas três fases, com característica plenamente indutiva, antes de a falta ser eliminada pela atuação de um dispositivo de proteção. Sabendo-se que a resistência de falta era zero, assinale a alternativa correta.

- (A) Não é possível determinar a potência de curto-circuito ou a impedância de seqüência positiva nessa barra.
- (B) A potência de curto-circuito trifásico nessa barra é igual a  $S_{3\phi} = 12,1j$  [p.u.].
- (C) A potência de curto-circuito trifásico nessa barra é igual a  $S_{3\phi} = -36,3$  [p.u.].
- (D) A impedância de seqüência positiva nessa barra é igual a  $\bar{Z}_1 = 0,1j$  [p.u.].
- (E) A impedância de seqüência zero nessa barra é igual a  $\bar{Z}_0 = 0,1$  [p.u.].

15. O circuito ilustrado representa uma rede elétrica.



Selecione a alternativa que apresenta corretamente a matriz de admitâncias nodais da rede elétrica em questão.

(A) 
$$\begin{bmatrix} -j12 & j10 & j2 \\ -j10 & j21 & -j10 \\ j2 & j10 & -j13 \end{bmatrix} [S].$$

(B) 
$$\begin{bmatrix} -j12 & j10 & j2 \\ j10 & -j21 & j10 \\ j2 & j10 & -j13 \end{bmatrix} [S].$$

(C) 
$$\begin{bmatrix} j12 & j10 & j2 \\ j10 & -j21 & j10 \\ j2 & j10 & -j13 \end{bmatrix} [S].$$

(D) 
$$\begin{bmatrix} -j12 & j10 & j2 \\ j10 & -j20 & j10 \\ j2 & j10 & -j12 \end{bmatrix} [S].$$

(E) 
$$\begin{bmatrix} -j12 & j10 & j2 \\ -j10 & j20 & -j10 \\ j2 & j10 & -j12 \end{bmatrix} [S].$$

16. Uma rede foi modelada segundo sua matriz primitiva de elementos, resultando no seguinte sistema linear:

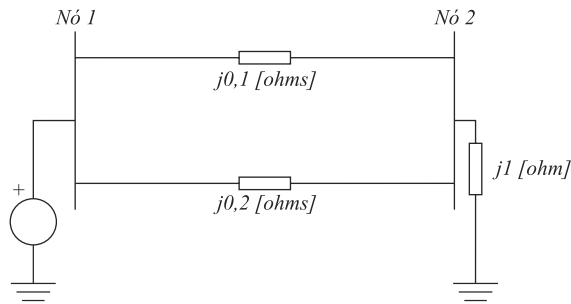
$$\begin{bmatrix} \dot{V}_{12} \\ \dot{V}_{23} \\ \dot{V}_{34} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 10 \\ 0 \\ 10 + j10 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 - j12 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & j10 \\ 0 & j10 & 20 - j20 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \dot{I}_{12} \\ \dot{I}_{23} \\ \dot{I}_{34} \end{bmatrix}$$

onde  $\dot{V}_{pq}$  é a diferença de potencial entre os pontos “p” e “q”, dada em [V], e  $\dot{I}_{pq}$  é a corrente que percorre cada elemento da rede, partindo do nó “p” até o nó “q”, dada em [A].

Sobre esse sistema, assinale a alternativa correta.

- (A) A rede não possui elementos com indutâncias mútuas.
- (B) A rede foi descrita com 4 elementos.
- (C) Todos os elementos possuem uma tensão, ou f.e.m. interior, diferente de zero.
- (D) Há uma indutância mútua entre o elemento entre os nós 2 e 3 e o elemento entre os nós 3 e 4.
- (E) Se as quedas de tensões forem  $\dot{V}_{12} = \dot{V}_{23} = \dot{V}_{34} = 0$ , as correntes serão  $\dot{I}_{12} = \dot{I}_{23} = \dot{I}_{34} = 0$ .

17. O circuito ilustrado representa uma rede elétrica.



Selecione a alternativa que apresenta corretamente a matriz de impedâncias nodais da rede elétrica em questão.

(A)  $\begin{bmatrix} j\frac{16}{15} & j1 \\ j1 & j1 \end{bmatrix} [\Omega].$

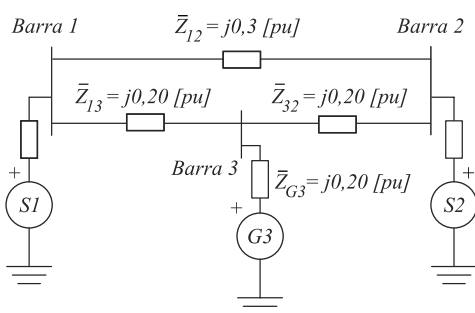
(B)  $\begin{bmatrix} j\frac{1}{16} & j\frac{1}{15} \\ j\frac{1}{15} & j\frac{1}{15} \end{bmatrix} [\Omega].$

(C)  $\begin{bmatrix} -j\frac{16}{15} & j1 \\ j1 & -j1 \end{bmatrix} [\Omega].$

(D)  $\begin{bmatrix} -j\frac{1}{16} & j\frac{1}{15} \\ j\frac{1}{15} & -j\frac{1}{15} \end{bmatrix} [\Omega].$

(E)  $\begin{bmatrix} j\frac{15}{16} & j\frac{1}{15} \\ j\frac{1}{15} & j\frac{1}{15} \end{bmatrix} [\Omega].$

18. Um sistema de potência é representado pelo seu circuito equivalente de sequência positiva como mostrado na figura a seguir.



Considerando-se as impedâncias equivalentes dos sistemas S1 e S2 conectados nas barras 1 e 2, respectivamente, desprezíveis perto das demais, determine, aproximadamente, a magnitude da corrente que é injetada na barra 1 quando as tensões em [p.u.] no sistema são:

$V_{S1} = 1,0 \angle -5^\circ$ ,  $V_{S2} = 0,95 \angle -5^\circ$  e  $V_{G3} = 0,8 \angle -5^\circ$ .

- (A) 0,33 [p.u.].
- (B) 0,58 [p.u.].
- (C) 0,50 [p.u.].
- (D) 0,10 [p.u.].
- (E) 0,29 [p.u.].

19. Uma rede elétrica pode ser caracterizada pela matriz de admitâncias nodais apresentada a seguir. Assinale a alternativa que apresenta corretamente a nova matriz de admitâncias nodais, supondo que a carga conectada entre o segundo nó dessa rede e a referência, cuja impedância é  $\bar{Z}_{carga} = 0,05 [\Omega]$ , seja desconectada.

$$[Y_{bus}] = \begin{bmatrix} -j4 & j2 & j2 \\ j2 & 20-j12 & j10 \\ j2 & j10 & 10-j14 \end{bmatrix} [S]$$

(A)  $\begin{bmatrix} -j4 & j2 & j2 \\ j2 & 19,95-j12 & j10 \\ j2 & j10 & 30-j14 \end{bmatrix} [S].$

(B)  $\begin{bmatrix} -j4 & j2 & j2 \\ j2 & 20-j12 & j10 \\ j2 & j10 & 20-j14 \end{bmatrix} [S].$

(C)  $\begin{bmatrix} -j4 & j2 & 10+j2 \\ j2 & 20-j12 & j10 \\ j2 & j10 & 10-j14 \end{bmatrix} [S].$

(D)  $\begin{bmatrix} -j4 & j2 & j2 \\ j2 & 19,95-j12 & j10 \\ j2 & j10 & 10-j14 \end{bmatrix} [S].$

(E)  $\begin{bmatrix} -j4 & j2 & j2 \\ j2 & -j12 & j10 \\ j2 & j10 & 10-j14 \end{bmatrix} [S].$

20. Assinale a alternativa correta quanto à formulação de um problema para cálculo de fluxo de potência em um sistema de várias barras.

- (A) O problema deve possuir uma única barra PQ, também chamada de *load bus* ou barra de carga, caracterizada por possuir sua tensão e fase conhecidas, mas cujas potências ativa e reativa injetadas devem ser calculadas.
- (B) O problema deve possuir uma única barra *slack*, também chamada de *swing bus* ou barra  $V\delta$ , caracterizada por possuir suas potências ativa e reativa conhecidas, mas cuja tensão e fase devem ser calculadas.
- (C) O problema deve possuir uma única barra PV, também chamada de *load bus* ou barra de carga, caracterizada por possuir sua potência ativa e tensão conhecidas, mas cuja fase e potência reativa devem ser calculadas.
- (D) O problema deve possuir uma única barra PQ, também chamada de *load bus* ou barra de carga, caracterizada por possuir suas potências ativa e reativa conhecidas, mas cuja tensão e fase devem ser calculadas.
- (E) O problema deve possuir uma única barra *slack*, também chamada de *swing bus* ou barra  $V\delta$ , caracterizada por possuir sua tensão e fase conhecidas, mas cujas potências ativa e reativa injetadas devem ser calculadas.

21. Uma fonte de tensão monofásica ideal é conectada a um ramal de distribuição que alimenta uma carga. Essa fonte possui tensão terminal de  $100 \angle 0^\circ [V]$  e o ramal possui impedância série de  $j10 [\Omega]$ . Supondo que a tensão de alimentação na carga seja de  $90 \angle -30^\circ [V]$ , assinale a alternativa que apresenta, aproximadamente, o fluxo de potência ativa nesse ramal de distribuição.
- (A) 9000 [W].  
 (B) 4500 [W].  
 (C) 900 [W].  
 (D) 772 [W].  
 (E) 450 [W].
22. Uma fonte de tensão ideal, monofásica, é conectada a um ramal de distribuição que alimenta uma carga. Essa fonte possui tensão terminal de  $1,0 \angle 0^\circ [p.u.]$  e o ramal possui impedância série de  $0,05 \angle 30^\circ [p.u.]$ . Dado que a carga consome potência aparente complexa constante de  $1,0 \angle 30^\circ [p.u.]$ , assinale a alternativa que apresenta corretamente a tensão de alimentação dessa carga, com precisão de três casas (obs.  $0,950^{-1} = 1,053$  e  $0,947^{-1} = 1,056$ ).
- (A)  $1,000 \angle 30^\circ [p.u.]$ .  
 (B)  $0,952 \angle 0^\circ [p.u.]$ .  
 (C)  $0,952 \angle 30^\circ [p.u.]$ .  
 (D)  $0,947 \angle 0^\circ [p.u.]$ .  
 (E)  $0,947 \angle 30^\circ [p.u.]$ .
23. Uma fonte de tensão ideal é conectada a um ramal de distribuição que alimenta uma carga. Essa fonte possui tensão terminal de  $1,0 \angle 0^\circ [p.u.]$ , e o ramal possui impedância série de  $0,05 \angle 30^\circ [p.u.]$ . Dado que a impedância de carga é  $1,0 \angle 30^\circ [p.u.]$ , assinale a alternativa que apresenta corretamente a tensão de alimentação dessa carga, com precisão de três casas (obs.  $1,05^{-1} = 0,952$ ).
- (A)  $1,000 \angle 30^\circ [p.u.]$ .  
 (B)  $0,952 \angle 0^\circ [p.u.]$ .  
 (C)  $0,952 \angle 30^\circ [p.u.]$ .  
 (D)  $0,947 \angle 0^\circ [p.u.]$ .  
 (E)  $0,947 \angle 30^\circ [p.u.]$ .
24. Um conversor eletrônico é utilizado em um totem de carregamento de baterias de automóveis elétricos. O totem é alimentado pela rede em corrente alternada, trifásica, simétrica e fornece corrente contínua constante para o conjunto de baterias a ser carregado. Sabendo-se que em determinadas condições de operação o totem pode ser modelado como uma carga de corrente constante, absorvendo da rede trifásica uma corrente por fase com módulo  $|I| = 25,0 [A]$  e fator de potência constante  $\cos\phi = 0,8$  indutivo, quais são as potências ativa e reativa total consumidas da rede, quando a tensão de alimentação de fase é  $|V| = 220,0 [V]$ , e qual a dependência dessas potências com relação às variações na tensão de alimentação?
- (A) 4,4 [kW]; 3,3 [kVAr]; ambas diretamente proporcionais à tensão de alimentação.  
 (B) 13,2 [kW]; 9,9 [kVAr]; ambas inversamente proporcionais à tensão de alimentação.  
 (C) 13,2 [kW]; 9,9 [kVAr]; ambas diretamente proporcionais à tensão de alimentação.  
 (D) 4,4 [kW]; 3,3 [kVAr]; ambas variando com o quadrado da tensão de alimentação.  
 (E) 7,6 [kW]; 5,7 [kVAr]; ambas diretamente proporcionais à tensão de alimentação.
25. Os FACTS, ou *Flexible Alternate Current Transmission Systems*, são sistemas cuja função principal é aumentar o fluxo de potência em linhas de transmissão. Alguns exemplos desses sistemas são:
- (A) o SVC ou *Static Var Compensator*, o STATCON ou *Static Condenser* e o CSC ou *Controlled Series Compensator*.  
 (B) o AVR ou *Automatic Voltage Regulator*, o STATCON ou *Static Condenser* e o CSC ou *Controlled Series Compensator*.  
 (C) o SVC ou *Static Var Compensator*, o PSS ou *Power System Stabilizer* e o CSC ou *Controlled Series Compensator*.  
 (D) o AVR ou *Automatic Voltage Regulator*, o UPS ou *Uninterruptable Power Supply* e o CSC ou *Controlled Series Compensator*.  
 (E) o IED ou *Intelligent Electronic Device*, o STATCON ou *Static Condenser* e o CSC ou *Controlled Series Compensator*.

26. O controle da tensão em uma barra de uma pequena central hidroelétrica (PCH), que possui um gerador síncrono de polos salientes com autoexcitação estática e um transformador elevador com comutador de derivação (*TAP changer*), pode ser feito

- (A) de forma contínua, pelo ajuste da tensão e corrente de excitação do enrolamento de campo do gerador síncrono: a subexcitação faz a tensão terminal diminuir e a sobreexcitação faz a tensão terminal aumentar.
- (B) de forma contínua, pelo ajuste da tensão e corrente de excitação do enrolamento de campo do gerador síncrono: a subexcitação faz a tensão terminal aumentar e a sobreexcitação faz a tensão terminal diminuir.
- (C) de forma discreta, em degraus abruptos de variação, pela variação do TAP do transformador elevador: valores de TAPs maiores diminuem a tensão na barra da PCH e valores de TAPs menores aumentam a tensão na barra.
- (D) de forma contínua, pela variação do TAP do transformador elevador: valores de TAPs maiores diminuem a tensão na barra da PCH e valores de TAPs menores aumentam a tensão na barra.
- (E) de forma discreta, em degraus abruptos de variação, pelo ajuste da tensão e corrente de excitação do enrolamento de campo do gerador síncrono: a subexcitação faz a tensão terminal aumentar e a sobreexcitação faz a tensão terminal diminuir.

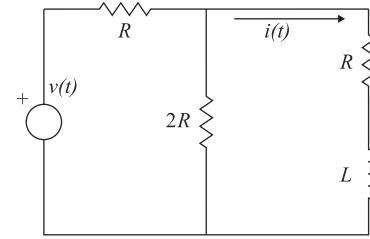
27. São feitas as seguintes afirmações a respeito da componente unidirecional da corrente durante um defeito em uma linha de um sistema trifásico:

- I. Trata-se de uma componente de corrente, aperiódica, que pode surgir nas fases envolvidas em curto-circuito, superposta às correntes alternadas de defeito.
- II. Seu decaimento é exponencial, na forma  $I_0 \cdot e^{-t/\tau}$ , onde  $\tau$  é a constante de tempo  $L/R$  relacionada com as características da linha e do local onde ocorreu o defeito.
- III. Na análise fasorial das grandezas durante um defeito, tal componente da corrente pode ser interpretada como uma componente de sequência zero que flui por todo o sistema.

Está correto o contido em apenas

- (A) I.
- (B) II.
- (C) II e III.
- (D) I e II.
- (E) I e III.

28. Assinale a alternativa que apresenta corretamente a função de transferência que relaciona a corrente e tensão destacadas na figura. Para tanto, considere condições iniciais quiescentes.



(A)  $\frac{I(s)}{V(s)} = \frac{2}{3Ls + sR}$ .

(B)  $\frac{I(s)}{V(s)} = \frac{2}{3Ls + 5R}$ .

(C)  $\frac{V(s)}{I(s)} = \frac{2}{3Ls + sR}$ .

(D)  $\frac{V(s)}{I(s)} = \frac{2}{3Ls + 5R}$ .

(E)  $\frac{I(s)}{V(s)} = \frac{3}{2Ls + 5R}$ .

29. Para execução de simulações e estudos de curto-circuito trifásico, sem envolvimento da terra, em um sistema de potência simétrico e equilibrado, é necessário conhecer apenas

- (A) os circuitos equivalentes de Thevenin de sequência positiva, negativa e zero, consistindo-se em três circuitos equivalentes. Para o circuito de sequência zero, é importante saber o valor da componente unidirecional de defeito da rede no ponto de falta.
- (B) o circuito equivalente de Thevenin de sequência positiva, consistindo em uma fonte de tensão equivalente em série com a impedância de sequência positiva equivalente da rede no ponto de defeito.
- (C) o valor da potência de curto-circuito fase-terra da rede.
- (D) os circuitos equivalentes de Thevenin de sequência zero, consistindo em uma fonte de tensão equivalente em série com a impedância de sequência zero equivalente da rede no ponto de defeito.
- (E) os valores das correntes de defeito fase-terra, sem envolvimento da terra e dupla-fase-terra.



30. Pretende-se fazer a expansão de uma rede elétrica, a partir da conexão de novas linhas de transmissão em uma determinada barra. Para tanto, são necessários os estudos de curto-circuito nessa barra, de modo a garantir o correto ajuste dos sistemas de proteção, bem como a correta coordenação de isolamento. O equivalente de Thévenin nessa barra, em [p.u.], está apresentado na tabela.

$\dot{e}_0$	$\bar{z}_{00}$	$\dot{e}_1$	$\bar{z}_{11}$	$\dot{e}_2$	$\bar{z}_{22}$
$0,05 \angle 5^\circ$	$j0,05$	$1,00 \angle 0^\circ$	$j0,075$	$0,05 \angle -175^\circ$	$j0,075$

Onde  $\dot{e}_n$  são os geradores de tensão para circuito sequencial “n”, e  $\bar{z}_{nm}$  sua respectiva impedância série equivalente de Thévenin. Assinale a alternativa que apresenta corretamente as correntes de linha na barra em questão, considerando que ela está submetida a um curto-circuito fase-terra (AN), com impedância de curto-circuito nula.

(A) 
$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5,0 \angle -90^\circ \\ 5,0 \angle -150^\circ \\ 5,0 \angle 30^\circ \end{bmatrix} [p.u.].$$

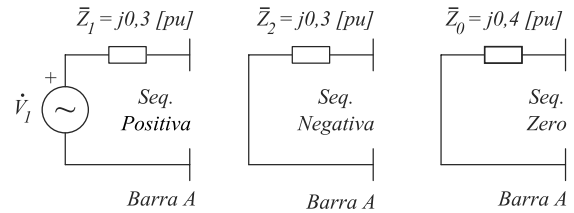
(B) 
$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5,0 \angle -90^\circ \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} [p.u.].$$

(C) 
$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 15,0 \angle -90^\circ \\ 15,0 \angle -150^\circ \\ 15,0 \angle 30^\circ \end{bmatrix} [p.u.].$$

(D) 
$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 15,0 \angle -90^\circ \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} [p.u.].$$

(E) 
$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 15,0 \angle 0^\circ \\ 15,0 \angle -120^\circ \\ 15,0 \angle 120^\circ \end{bmatrix} [p.u.].$$

31. São fornecidos os seguintes circuitos sequenciais equivalentes de Thévenin para a barra A de um sistema de potência. Os valores das correntes sequenciais para um defeito dupla-fase, sem envolvimento da terra, para uma tensão de sequência positiva de pré-falta de  $1,0 \angle 0^\circ$  [p.u.] e para uma resistência de falta entre fases de  $0,8$  [p.u.] são:



(A)  $\dot{i}_1 = 1,25$  [p.u.];  $\dot{i}_2 = 0,0$  [p.u.] e  $\dot{i}_0 = 1,25$  [p.u.].

(B)  $\dot{i}_1 = \frac{1,0}{0,8 - j0,3}$  [p.u.];  $\dot{i}_2 = \frac{1,0}{0,8 - j0,3}$  [p.u.] e  $\dot{i}_0 = 0,0$  [p.u.].

(C)  $\dot{i}_1 = \frac{1,0}{0,8 - j0,3}$  [p.u.];  $\dot{i}_2 = \frac{-1,0}{0,8 - j0,3}$  [p.u.] e  $\dot{i}_0 = 0,0$  [p.u.].

(D)  $\dot{i}_1 = 0,8 - j0,6$  [p.u.];  $\dot{i}_2 = -0,8 + j0,6$  [p.u.] e  $\dot{i}_0 = 0,0$  [p.u.].

(E)  $\dot{i}_1 = 0,8 - j0,6$  [p.u.];  $\dot{i}_2 = 0,8 - j0,6$  [p.u.] e  $\dot{i}_0 = 0,0$  [p.u.].

32. O equivalente de Thévenin em uma barra do sistema, em [p.u.], está apresentado na tabela.

$\dot{e}_0$	$\bar{z}_{00}$	$\dot{e}_1$	$\bar{z}_{11}$	$\dot{e}_2$	$\bar{z}_{22}$
$0,05 \angle 5^\circ$	$j0,075$	$1,00 \angle 0^\circ$	$j0,075$	$0,05 \angle -175^\circ$	$j0,075$

Onde  $\dot{e}_n$  são os geradores de tensão para circuito sequencial “n”, e  $\bar{z}_{nm}$  sua respectiva impedância série equivalente de Thévenin. Assinale a alternativa que apresenta corretamente a corrente de sequência positiva na barra em questão, considerando que ela está submetida a um curto-circuito dupla-fase-terra (BCN), com impedância de curto-circuito nula.

(A)  $\frac{80}{9} \angle -90^\circ$  [p.u.].

(B)  $\frac{80}{9} \angle 90^\circ$  [p.u.].

(C)  $\frac{40}{3} \angle -90^\circ$  [p.u.].

(D)  $\frac{40}{3} \angle 90^\circ$  [p.u.].

(E)  $\frac{20}{3} \angle -90^\circ$  [p.u.].

33. Um gerador síncrono de polos salientes pode ser modelado, para fins de estudos de estabilidade eletromagnética, por circuitos equivalentes que representam, entre outros fenômenos, as interações dos fluxos magnéticos dentro da máquina. Assinale a alternativa correta sobre as interações desses fluxos eletromagnéticos em tais modelos, que representam:

- (A) apenas a dinâmica relacionada aos fluxos magnéticos no eixo direto (perpendicular à direção principal de magnetização do rotor), uma vez que o índice de saliência  $X_d/X_q$  do gerador síncrono de polos salientes é próximo de zero.
- (B) o efeito da resistência de armadura no valor em regime da tensão terminal em vazio do gerador síncrono.
- (C) as dinâmicas relacionadas aos fluxos magnéticos no eixo direto (solidário à direção principal de magnetização do rotor); e as dinâmicas relacionadas aos fluxos magnéticos do eixo de quadratura (perpendicular ao eixo direto).
- (D) apenas a dinâmica relacionada aos fluxos magnéticos no eixo direto (solidário à direção principal de magnetização do rotor), uma vez que o índice de saliência  $X_d/X_q$  do gerador síncrono de polos salientes é próximo de um.
- (E) apenas a dinâmica relacionada aos fluxos magnéticos no eixo de quadratura (perpendicular à direção principal de magnetização do rotor), uma vez que o índice de saliência  $X_d/X_q$  do gerador síncrono de polos salientes é próximo de um.

34. Um motor de indução trifásico foi submetido ao ensaio com o rotor travado e os resultados obtidos estão apresentados na tabela.

Potência ativa por fase [W]	4 000,0
Tensão de fase [V]	100,0
Corrente de linha [A]	50,0

Assinale a alternativa que apresenta corretamente a impedância de curto-circuito por fase desse motor.

- (A)  $0,8 + j0,6$  [ $\Omega$ ].
- (B)  $1,2 + j1,6$  [ $\Omega$ ].
- (C)  $1,6 + j1,2$  [ $\Omega$ ].
- (D)  $2,4 + j3,2$  [ $\Omega$ ].
- (E)  $3,2 + j4,0$  [ $\Omega$ ].

35. Uma linha trifásica que conecta duas subestações de transmissão (subestações R e S) é constituída por três condutores de fase e um cabo guarda. A queda de tensão entre as duas subestações, em função da matriz de impedâncias série dessa linha, é dada por:

$$\begin{bmatrix} \Delta \dot{V}_{AN} \\ \Delta \dot{V}_{BN} \\ \Delta \dot{V}_{CN} \\ \Delta \dot{V}_{GN} \end{bmatrix}_{RS} = \begin{bmatrix} j5 & j1 & j1 & j1 \\ j1 & j5 & j1 & j1 \\ j1 & j1 & j5 & j1 \\ j1 & j1 & j1 & j2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \\ \dot{I}_G \end{bmatrix}$$

Assinale a alternativa que apresenta corretamente as duas matrizes de impedâncias série reduzidas, caso o sistema seja solidamente aterrado ( $\Delta \dot{V}_{GN} = 0$ ) e caso o sistema seja isolado ( $\dot{I}_G = 0$ ).

(A)  $\begin{bmatrix} j5,0 & j1,0 & j1,0 \\ j1,0 & j5,0 & j1,0 \\ j1,0 & j1,0 & j2,0 \end{bmatrix}_{\text{aterrado}}$  e  $\begin{bmatrix} j5,0 & j1,0 & j1,0 \\ j1,0 & j5,0 & j1,0 \\ j1,0 & j1,0 & j2,0 \end{bmatrix}_{\text{isolado}}$

(B)  $\begin{bmatrix} j5,0 & j1,5 & j1,5 \\ j1,5 & j5,0 & j1,5 \\ j1,5 & j1,5 & j5,0 \end{bmatrix}_{\text{aterrado}}$  e  $\begin{bmatrix} j5,0 & j1,0 & j1,0 \\ j1,0 & j5,0 & j1,0 \\ j1,0 & j1,0 & j4,0 \end{bmatrix}_{\text{isolado}}$

(C)  $\begin{bmatrix} j5,5 & j1,5 & j1,5 \\ j1,5 & j5,5 & j1,5 \\ j1,5 & j1,5 & j5,5 \end{bmatrix}_{\text{aterrado}}$  e  $\begin{bmatrix} j5,0 & j1,0 & j1,0 \\ j1,0 & j5,0 & j1,0 \\ j1,0 & j1,0 & j4,0 \end{bmatrix}_{\text{isolado}}$

(D)  $\begin{bmatrix} j5,5 & j1,5 & j1,5 \\ j1,5 & j5,5 & j1,5 \\ j1,5 & j1,5 & j5,5 \end{bmatrix}_{\text{aterrado}}$  e  $\begin{bmatrix} j5,0 & j1,0 & j1,0 \\ j1,0 & j5,0 & j1,0 \\ j1,0 & j1,0 & j5,0 \end{bmatrix}_{\text{isolado}}$

(E)  $\begin{bmatrix} j4,5 & j0,5 & j0,5 \\ j0,5 & j4,5 & j0,5 \\ j0,5 & j0,5 & j4,5 \end{bmatrix}_{\text{aterrado}}$  e  $\begin{bmatrix} j5,0 & j1,0 & j1,0 \\ j1,0 & j5,0 & j1,0 \\ j1,0 & j1,0 & j5,0 \end{bmatrix}_{\text{isolado}}$

36. A tabela apresenta uma lista de cargas, por circuito, que devem ser atendidas por uma instalação elétrica residencial típica (127/220 [V], com fases F1 e F2 e neutro N). Para tanto, é necessário balancear esses circuitos de modo a garantir o equilíbrio e a segurança da instalação.

N.º do circuito	Descrição	Potência [W]	Tensão [V]
1	Chuveiro	6 000,0	220,0
2	Torneira	2 000,0	220,0
3	Tomadas 1	1 500,0	127,0
4	Iluminação 1	500,0	127,0
5	Tomadas 2	1 700,0	127,0
6	Iluminação 2	900,0	127,0
7	Tomadas 3	1 100,0	127,0
8	Iluminação 3	800,0	127,0

Assinale a alternativa que apresenta o melhor balanceamento dos circuitos descritos na tabela, dentre as opções apresentadas.

- (A) Chuveiro (F1+N); torneira (F1+F2); tomadas 1 (F1+N); tomadas 2 (F2+N); tomadas 3 (F1+N); iluminação 1 (F1+N); iluminação 2 (F2+N); e iluminação 3 (F2+N).
- (B) Chuveiro (F1+F2); torneira (F1+F2); tomadas 1 (F1+N); tomadas 2 (F2+N); tomadas 3 (F1+N); iluminação 1 (F1+N); iluminação 2 (F2+N); e iluminação 3 (F2+N).
- (C) Chuveiro (F1+F2); torneira (F1+F2); tomadas 1 (F1+N); tomadas 2 (F1+N); tomadas 3 (F1+N); iluminação 1 (F2+N); iluminação 2 (F2+N); e iluminação 3 (F2+N).
- (D) Chuveiro (F1+F2); torneira (F1+F2); tomadas 1 (F1+N); tomadas 2 (F1+N); tomadas 3 (F1+N); iluminação 1 (F2+F1); iluminação 2 (F2+F1); e iluminação 3 (F2+F1).
- (E) Chuveiro (F1+F2); torneira (F1+N); tomadas 1 (F1+N); tomadas 2 (F1+N); tomadas 3 (F1+N); iluminação 1 (F2+N); iluminação 2 (F2+N); e iluminação 3 (F2+N).
37. Três cabos serão lançados em uma calha, para a alimentação de um circuito de um motor trifásico com potência nominal mecânica  $P_n = 10,0$  [kW], rendimento  $\eta_{\%} = 80,0$  [%], fator de potência  $\cos\phi = 0,8$  indutivo e tensão nominal de  $V_n = 500,0$  [V]. Os cabos estarão instalados junto de outros condutores energizados na mesma calha, resultando em um fator de correção de agrupamento de 0,8. Devido à temperatura ambiente e ao material de isolamento utilizado, foi determinado um fator de correção de temperatura de 0,9. Alguns dos condutores existentes para essa aplicação são mostrados na tabela a seguir, conforme suas capacidades de corrente.

Seção [mm <sup>2</sup> ]	Capacidade [A]
1,0	15,5
1,5	19,5
2,5	27,0
4,0	35,0
6,0	46,0

Utilizando-se somente os critérios de capacidade de corrente e de seção mínima, determine a bitola dos condutores adequados para a instalação em questão.

- (A) 1,0 [mm<sup>2</sup>].  
 (B) 1,5 [mm<sup>2</sup>].  
 (C) 2,5 [mm<sup>2</sup>].  
 (D) 4,0 [mm<sup>2</sup>].  
 (E) 6,0 [mm<sup>2</sup>].

38. Um dos critérios empregados no dimensionamento de condutores de instalações elétricas de baixa tensão é o critério da máxima queda de tensão. Esse critério consiste em calcular a queda de tensão nos condutores dos circuitos de alimentação a partir da corrente de carga que circula por esses circuitos.

Nesse contexto, considere uma carga monofásica que consume 50,0 [A] quando alimentada com tensão de 400,0 [V]. Essa carga encontra-se a 10,0 [m] do quadro de distribuição e os dados dos condutores que se pretende utilizar estão apresentados na tabela.

Condutor	Resistência [ $\Omega$ /m]
I	0,002
II	0,004
III	0,016

Assinale a alternativa que apresenta corretamente o(s) condutor(es) que pode(m) ser utilizado(s) nessa instalação, de forma a manter a queda de tensão em um nível inferior a 2,0 [%].

- (A) Apenas o condutor III.  
 (B) Apenas o condutor II.  
 (C) Apenas o condutor I.  
 (D) Apenas os condutores II e III.  
 (E) Apenas os condutores I e II.

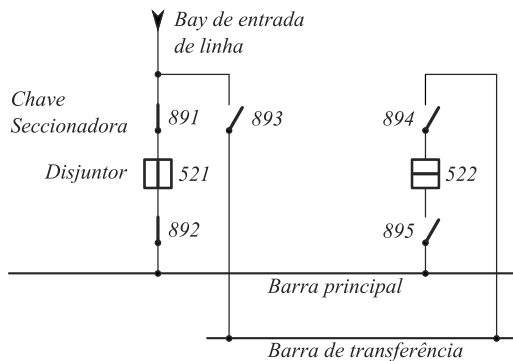
39. O projeto do aterramento elétrico de uma residência foi efetuado por um engenheiro que optou por utilizar uma haste vertical, de seção transversal circular com diâmetro de 2,0 [cm]. Segundo esse projeto, a haste deve possuir resistência inferior a 250,0 [ $\Omega$ ] e deve ser cravada no solo da residência, que possui resistividade de 314,0 [ $\Omega \cdot m$ ]. A tabela a seguir apresenta os comprimentos de hastes disponíveis no mercado.

Haste	Comprimento [m]
I	0,68
II	1,36
III	2,72

Nesse contexto, assinale a alternativa que apresenta corretamente a(s) haste(s) que atende(m) os requisitos do projeto (obs.:  $\ln 10 \approx 2,22$  e  $\ln 2 \approx 0,68$ ).

- (A) Apenas a haste III.  
 (B) Apenas a haste II.  
 (C) Apenas a haste I.  
 (D) Apenas as hastes II e III.  
 (E) Apenas as hastes I e II.

40. Um vão de entrada de uma subestação de distribuição recebe uma linha de transmissão através de um esquema de chaves seccionadoras e disjuntores. Em uma circunstância normal de operação, as chaves e os disjuntores permanecem no estado mostrado na figura a seguir.



Nessa condição, a proteção da linha é feita pelo disjuntor 521 (e seu relé de proteção associado), com as chaves 891 e 892 fechadas e o disjuntor 521 fechado, alimentando a barra principal com a tensão de entrada. As chaves 893, 894, 895 e o disjuntor 522 permanecem abertos, com a barra de transferência desenergizada.

A partir desse estado do sistema, deseja-se executar a manutenção do disjuntor 521. Assinale a alternativa correta que ilustra a sequência correta de operações, para que o disjuntor 521 seja desenergizado para sua manutenção, sem que haja prejuízo da proteção da linha e sem que haja interrupção no fornecimento de energia à barra principal, utilizando os equipamentos corretos para manobras e proteções do sistema.

- (A) Fechamento das chaves 894 e 895, fechamento do disjuntor 522, abertura do disjuntor 521, abertura das chaves 891 e 892 e, finalmente, o fechamento da chave 893. A proteção da linha passa a ser desempenhada pelo disjuntor 522 e seu relé de proteção.
- (B) Fechamento da chave 893, abertura do disjuntor 521 e, finalmente, a abertura das chaves 891 e 892. A proteção da linha passa a ser desempenhada pela chave 893.
- (C) Fechamento das chaves 894 e 895, fechamento do disjuntor 522, fechamento da chave 893, abertura do disjuntor 521 e, finalmente, a abertura das chaves 891 e 892. A proteção da linha passa a ser desempenhada pela chave 893.
- (D) Fechamento do disjuntor 522, abertura das chaves 891 e 892, fechamento das chaves 893, 894 e 895 e, finalmente, a abertura do disjuntor 521. A proteção da linha passa a ser desempenhada pelo disjuntor 522 e seu relé de proteção.
- (E) Fechamento das chaves 894 e 895, fechamento do disjuntor 522, fechamento da chave 893, abertura do disjuntor 521 e, finalmente, a abertura das chaves 891 e 892. A proteção da linha passa a ser desempenhada pelo disjuntor 522 e seu relé de proteção.

41. Foram enumerados alguns dispositivos para exercerem a função de proteção contra sobrecarga de um cabo de alimentação de um motor trifásico.
- I. Três fusíveis, um para cada fase.
  - II. Um disjuntor trifásico, com elemento bimetálico.
  - III. Um relé digital de sobrecorrente microprocessado trifásico, com ajuste por curva de tempo *versus* corrente inversa, associado a um disjuntor trifásico.
  - IV. Uma chave seccionadora trifásica.
  - V. Um interruptor diferencial residual trifásico (IDR).

Os elementos adequados, segundo as normas brasileiras, para essa finalidade são, apenas,

- (A) I e IV.  
 (B) I e II.  
 (C) II e III.  
 (D) I, II e III.  
 (E) II, III, IV e V.

42. Acerca da proteção de sistemas elétricos, são feitas as seguintes afirmativas:

- I. O índice de confiabilidade de um dispositivo de proteção está associado ao grau de atuações corretas, quando da ocorrência de curtos-circuitos e/ou defeitos em equipamentos.
- II. Há dois tipos de atuações incorretas: o dispositivo de proteção não atua quando deveria atuar; ou o dispositivo atua quando não deveria atuar.
- III. Diz-se que um dispositivo de proteção é seletivo quando ele é capaz de atuar apenas para curtos-circuitos e/ou defeitos em equipamentos dentro da sua zona de proteção, sem interferir com a operação de outros dispositivos de proteção.

Assinale a alternativa correta.

- (A) Todas as afirmativas estão corretas.  
 (B) Apenas as afirmativas II e III estão corretas.  
 (C) Todas as afirmativas estão incorretas.  
 (D) Apenas a afirmativa III está correta.  
 (E) Apenas a afirmativa II está correta.
43. Uma carga monofásica consome potência reativa de 8000,0 [VAr] com fator de potência 0,6 indutivo, quando alimentada com tensão nominal de 1000,0 [V]. A tabela a seguir apresenta os valores nominais dos bancos de capacitores utilizados para compensação reativa.

Banco de Capacitores	Compensação [VAr]
I	2 000,0
II	4 000,0
III	8 000,0

Assinale a alternativa que apresenta corretamente o(s) banco(s) de capacitor(es) capaz(es) de adequar(em) o fator de potência àquele exigido pela concessionária ( $\cos\phi \geq 0,92$ ). Admita que  $\tan(2/3) \approx 33^\circ$  e  $\cos(33^\circ) \approx 0,83$ .

- (A) Apenas o banco III.  
 (B) Apenas o banco II.  
 (C) Apenas o banco I.  
 (D) Apenas os bancos II e III.  
 (E) Apenas os bancos I e II.

44. Pretende-se efetuar o projeto de luminotécnica de um recinto que possui 1 350,0 [m<sup>2</sup>] de área. O método de projeto empregado é o método dos lúmens, o nível de iluminamento mínimo é de 800,0 [lux], o fator de utilização é de 0,9 e o fator de manutenção (ou depreciação) é de 0,8. Supondo-se que a lâmpada utilizada seja capaz de produzir 15 000,0 [lm] de fluxo luminoso, assinale a alternativa que apresenta o número correto de lâmpadas a ser utilizado.

- (A) 20.
- (B) 40.
- (C) 60.
- (D) 80.
- (E) 100.

45. A manutenção de instalações elétricas deve ser executada por pessoal qualificado, que possua pleno conhecimento sobre a norma regulamentadora NR-10. Essa norma, que versa sobre Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, designa e posiciona as zonas de trabalho na manutenção de sistemas elétricos de alta tensão como

- (A) ZC ou zona controlada (ao redor do ponto energizado PE da instalação), ZR ou zona regulamentada (ao redor de ZC) e ZL ou zona livre (ao redor de ZR). Os raios que delimitam as zonas ZR e ZC são dados em função da tensão nominal da instalação elétrica.
- (B) ZC ou zona controlada (ao redor do ponto energizado PE da instalação) e ZL ou zona livre (ao redor de ZC). Os raios que delimitam as zonas ZC e ZL são dados em função da tensão nominal da instalação elétrica.
- (C) ZR ou zona de risco (ao redor do ponto energizado PE da instalação), ZC ou zona controlada (ao redor de ZR) e ZL ou zona livre (ao redor de ZC). Os raios que delimitam as zonas ZR e ZC são dados em função da tensão nominal da instalação elétrica.
- (D) ZR ou zona de risco controlado (ao redor do ponto energizado PE da instalação) e ZL ou zona livre (ao redor de ZR). Os raios que delimitam as zonas ZR e ZL são dados em função da tensão nominal da instalação elétrica.
- (E) ZR ou zona de risco (ao redor do ponto energizado PE da instalação), ZC ou zona controlada (ao redor de ZR) e ZL ou zona livre (ao redor de ZC). Os raios que delimitam as zonas ZR e ZC são 1,0 [m] e 10,0 [m], respectivamente, independentemente da tensão nominal da instalação.





