

01. A tensão terminal de linha de uma carga conectada em estrela, composta por três impedâncias iguais a $20\angle 30^\circ \Omega$, é 4,4 kV. A impedância de cada uma das três linhas que conecta essa carga a uma subestação é $Z_L = 1,4\angle 75^\circ \Omega$. Se a tensão V_{an} sobre a carga é adotada como referência (ângulo nulo), a tensão fase-terra na correspondente fase a da subestação vale
- $V_{an} = 2670\angle 2,70^\circ \text{ V}$
 - $V_{an} = 2670\angle -2,70^\circ \text{ V}$
 - $V_{an} = 2540\angle 2,70^\circ \text{ V}$
 - $V_{an} = 2540\angle -2,70^\circ \text{ V}$
02. A reatância subtransitória de um gerador síncrono trifásico vale 0,25 por unidade com base em seus dados nominais que valem 18 kV, 500 MVA. Em uma nova base de 20 kV, 100 MVA, essa reatância é de
- 0,2025 por unidade.
 - 0,0810 por unidade.
 - 0,0405 por unidade.
 - 0,0203 por unidade.
03. Considere um transformador monofásico ideal, com número de espiras em seu primário e secundário iguais a 2000 e 500, respectivamente. Tal transformador alimenta uma carga com impedância Z_2 em seu lado secundário. Caso esse transformador seja alimentado com $V_1 = 1200\angle 0^\circ \text{ V}$ e surja uma corrente $I_1 = 5\angle -30^\circ \text{ A}$, ambos no seu lado primário, a impedância Z_2 conectada no lado secundário é de
- $240\angle 30^\circ \Omega$
 - $240\angle -30^\circ \Omega$
 - $15\angle 30^\circ \Omega$
 - $15\angle -30^\circ \Omega$
04. Um transformador monofásico possui os seguintes dados nominais: 15 MVA, 11,5/69 kV. Quando o enrolamento de 11,5 kV (designado como enrolamento 2) é curto-circuitado, a corrente nominal circulará quando a tensão aplicada ao enrolamento 1 for 5,5 kV. Nessa situação, a potência de entrada vale 105,8 kW. A resistência série R_1 do transformador, referida ao lado de alta tensão, é de
- 2,240 Ω
 - 22,40 Ω
 - 224,0 Ω
 - 2240 Ω
05. Três transformadores monofásicos, cada qual com valores nominais 25 MVA, 38,1/3,81 kV, são conectados em estrela-delta e alimentam em seu lado de baixa tensão uma carga balanceada de três resistores de $0,6\Omega$ conectados em estrela. Adotando uma base de 75 MVA e 66 kV para o lado de alta tensão do transformador, a resistência da carga na base do lado de baixa tensão é de
- 31,00 por unidade.
 - 3,100 por unidade.
 - 0,310 por unidade.
 - 0,031 por unidade.
06. Transformadores projetados para permitir pequenos ajustes nos níveis de tensão, ao invés de grandes ajustes, são denominados transformadores
- limitadores.
 - de potencial.
 - chaveados sob carga.
 - reguladores.
07. Máquinas síncronas permitem a variação da corrente de campo através da atuação de sua excitatriz. Dada esta característica, é correto afirmar que geradores e motores
- superexcitados fornecem potência reativa indutiva ao sistema em que estão conectados.
 - subexcitados fornecem potência reativa indutiva ao sistema em que estão conectados.
 - com excitação normal fornecem potência reativa indutiva ao sistema em que estão conectados.
 - jamais podem fornecer potência reativa indutiva ao sistema em que estão conectados.

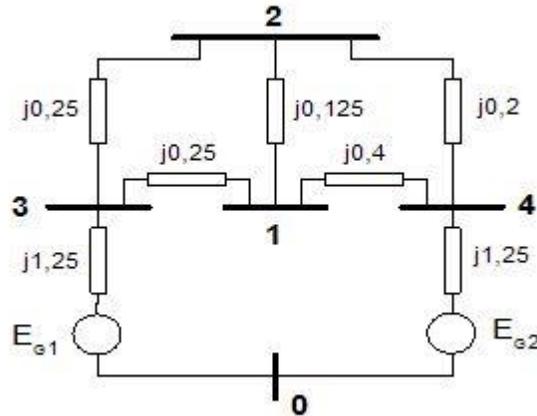
08. Um gerador síncrono possui como dados nominais 635 MVA, fator de potência 0,90 em atraso, 3600 rpm, 24 kV. Esse gerador possui uma reatância síncrona $X_d = 1,7241$ por unidade e é conectado a um sistema de potência de grande porte. Quando a sua tensão terminal é $1,0\angle 0^\circ$ por unidade, o gerador fornece uma corrente de 0,8 por unidade com um fator de potência 0,9 em atraso. Todos os valores em por unidade estão na base da máquina. Para as condições indicadas, a potência ativa injetada pelo gerador no sistema elétrico é de
- 1,44 por unidade.
 - 1,22 por unidade.
 - 0,92 por unidade.
 - 0,72 por unidade.
09. O diagrama que representa todas as condições operativas de um gerador de rotor cilíndrico, conectado a um barramento infinito, é denominado de diagrama
- fasorial.
 - de capacidade.
 - unifilar.
 - de carregamento.
10. A transformada de Park substitui os enrolamentos fisicamente estacionários da armadura de uma máquina síncrona por um circuito
- de eixo direto que gira com o circuito de campo e é mutuamente acoplado a este.
 - de eixo quadratura que gira com o circuito de campo e é mutuamente acoplado a este.
 - estacionário mutuamente acoplado ao circuito de campo.
 - estacionário sem acoplamento com o circuito de campo.
11. Considere que dois geradores síncronos estejam conectados diretamente a um mesmo eixo e que estes devam gerar uma tensão, cada qual, com 60 Hz e 25 Hz. A máxima velocidade que essa situação permite é de
- 150 rpm
 - 750 rpm
 - 1500 rpm
 - 3000 rpm
12. A forma de onda da corrente resultante de um curto-circuito aplicado aos terminais de um gerador síncrono possui os seguintes períodos:
- subtransitório e transitório.
 - subtransitório e de regime permanente.
 - transitório e de regime permanente.
 - subtransitório, transitório e de regime permanente.
13. Um gerador síncrono trifásico de polos salientes possui resistência de armadura desprezível e uma reatância síncrona de 1,65 por unidade. A máquina é conectada diretamente a um barramento infinito com uma tensão $1,0\angle 0^\circ$ por unidade. Quando o gerador fornece uma corrente de $1,0\angle 30^\circ$ por unidade, a sua tensão interna é de
- $2,32\angle 38^\circ$ por unidade.
 - $1,93\angle 58^\circ$ por unidade.
 - $1,72\angle 66^\circ$ por unidade.
 - $1,44\angle 83^\circ$ por unidade.
14. Linhas trifásicas podem ter o seu valor de reatância indutiva em série reduzido, com a utilização de mais de um condutor por fase. Para uma configuração em que são utilizados 3 condutores por fase, espaçados simetricamente por uma distância d , cada qual com um raio médio geométrico designado por D_s . O raio médio geométrico por fase é determinado a partir da expressão
- $D_s^b = \sqrt[3]{D_s \times d^4}$
 - $D_s^b = \sqrt[3]{D_s \times d^3}$
 - $D_s^b = \sqrt[3]{D_s \times d^2}$
 - $D_s^b = \sqrt[3]{D_s \times d}$

15. Um condutor de alumínio puro é composto por 37 fios, cada qual com um diâmetro de 0,333 cm e $\rho = 2,83 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ (para 20°C). Assumindo que a resistência seja aumentada em 2% dado o encordoamento dos fios, a resistência do condutor, em 20°C , é de
- 0,08956 Ω / milha
 - 0,08956 Ω / km
 - 0,08956 Ω / pé
 - 0,08956 Ω / m
16. A indutância total de um condutor é formada por suas componentes externa e interna. O valor da componente interna da indutância pode ser determinado indiretamente através
- do uso do raio corrigido do condutor.
 - do valor da parcela de indutância externa do condutor.
 - da distância média geométrica entre as fases.
 - da altura das fases em relação a terra.
17. O efeito da terra no cálculo de parâmetros de linhas aéreas de transmissão influencia em
- uma redução no valor da capacitância das linhas.
 - um aumento no valor da capacitância das linhas.
 - uma redução no valor da resistência das linhas.
 - um aumento no valor da resistência das linhas.
18. Na representação de uma linha de transmissão através do modelo de linha curta são desprezados seus elementos:
- indutivos e de condutância de perdas em derivação.
 - indutivos e de condutância de perdas em série.
 - capacitivos e de condutância de perdas em derivação.
 - capacitivos e de condutância de perdas em série.
19. A potência natural de uma linha de transmissão trifásica é determinada por $P_0 = |V_L|^2 / Z_0$, onde V_L é a tensão entre fases de operação da linha e Z_0 é sua impedância natural. Considere que uma linha de transmissão trifásica conecte entre os seus terminais (transmissor e receptor) dois pontos de um sistema de potência. Caso a potência ativa que flui pelo terminal receptor dessa linha seja muito menor que a sua potência natural, é correto afirmar que a linha de transmissão
- estará gerando potência ativa.
 - estará gerando potência reativa indutiva e capacitiva.
 - estará gerando potência reativa capacitiva.
 - estará gerando potência reativa indutiva.
20. A compensação de linhas de transmissão, que objetiva alterar a sua máxima potência transmissível, é a denominada compensação
- derivação.
 - série.
 - mista.
 - de reativos.
21. A compensação derivação de linhas de transmissão baseia-se na instalação, em derivação, de
- bancos de indutores.
 - bancos de capacitores.
 - bancos de resistores.
 - compensadores síncronos.
22. A constante de propagação γ de linhas de transmissão pode ser determinada pela expressão $\gamma = \sqrt{zy}$, onde z é a impedância série por unidade de comprimento por fase e y é a admitância derivação por unidade de comprimento por fase ao neutro. A componente real da constante de propagação é denominada de
- velocidade de propagação.
 - velocidade de fase.
 - constante de atenuação.
 - constante de fase.

23. Uma fonte CC de 120 V com resistência interna desprezível é conectada através de uma chave S a uma linha de transmissão bifilar sem perdas com $Z_c = 30\Omega$. A linha é terminada com uma resistência de 90Ω . Considere que T seja o tempo necessário para que as ondas viajantes percorram todo o comprimento da linha. Se a chave for fechada em $t = 0$, a tensão resultante sobre a resistência de 90Ω em $t = 1,5T$ será de

- a) 0 V
- b) 90 V
- c) 120 V
- d) 180 V

24. A figura abaixo indica o diagrama de reatâncias de um sistema, com reatâncias especificadas em por unidade. As barras deste sistema são denominadas por **0, 1, 2, 3 e 4**.



Adotando a barra **0** como referência, a correspondente matriz Y_{barra} (assumindo que a ordem das demais barras seja mantida em sua forma original: **1, 2, 3 e 4**), com valores em por unidade, é de

a)
$$Y_{barra} = \begin{bmatrix} -j14,5 & j8,0 & j4,0 & j2,5 \\ -j8,0 & -j17,0 & j4,0 & j5,0 \\ -j4,0 & -j4,0 & -j8,8 & 0,0 \\ -j2,5 & -j5,0 & 0,0 & -j8,3 \end{bmatrix}$$

b)
$$Y_{barra} = \begin{bmatrix} -j14,5 & -j8,0 & -j4,0 & -j2,5 \\ j8,0 & -j17,0 & -j4,0 & -j5,0 \\ j4,0 & j4,0 & -j8,8 & 0,0 \\ j2,5 & j5,0 & 0,0 & -j8,3 \end{bmatrix}$$

c)
$$Y_{barra} = \begin{bmatrix} -j14,5 & j8,0 & j4,0 & j2,5 \\ j8,0 & -j17,0 & j4,0 & j5,0 \\ j4,0 & j4,0 & -j8,8 & 0,0 \\ j2,5 & j5,0 & 0,0 & -j8,3 \end{bmatrix}$$

d)
$$Y_{barra} = \begin{bmatrix} j14,5 & -j8,0 & -j4,0 & -j2,5 \\ -j8,0 & j17,0 & -j4,0 & -j5,0 \\ -j4,0 & -j4,0 & j8,8 & 0,0 \\ -j2,5 & -j5,0 & 0,0 & j8,3 \end{bmatrix}$$

25. A denominada matriz de incidência de rede é utilizada

- a) no processo de cálculo da matriz primitiva de rede.
- b) no processo de cálculo da matriz Y_{barra} .
- c) na previsão de incidência de faltas em redes elétricas.
- d) na previsão de indisponibilidade de equipamentos conectados a uma rede elétrica.

26. No processo de cálculo do fluxo de potência em redes elétricas, as barras são classificadas quanto ao tipo. Em relação ao “tipo PV”, é correto afirmar que são barras que possuem
- carga com valor constante de potência ativa.
 - carga com valor constante de potência reativa.
 - geradores conectados, em que são especificados os valores de potência ativa e reativa gerada.
 - geradores conectados, em que são especificados os valores de potência ativa gerada e tensão terminal.
27. O método de solução do problema de fluxo de potência, baseado na expansão em série de Taylor das funções não lineares, que descrevem o comportamento de um sistema elétrico é o método de
- Gauss Seidel.
 - Newton-Raphson.
 - diferenças finitas.
 - elementos finitos.

As tabelas abaixo são referentes às questões 28 e 29.

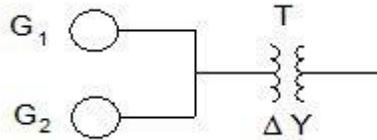
As tabelas indicam o resultado do cálculo de fluxo de potência trifásico aplicado a um sistema de 4 barras. Nesse sistema existem apenas geradores, linhas de transmissão e cargas conectadas.

Dados de barra							
Barra	Nome	Tensão		Geração		Carga	
		módulo (p.u.)	Ângulo (graus)	(MW)	(Mvar)	(MW)	(Mvar)
1	um	1,000	0,000	186,81	114,50	50,00	30,99
2	dois	0,982	-0,976	0,00	0,00	170,00	105,35
3	três	0,969	-1,872	0,00	0,00	200,00	123,94
4	quatro	1,020	1,523	0,00	181,43	80,00	49,58

Fluxos de potência					
Da barra		Para a barra		(MW)	(Mvar)
1	um	2	dois	38,69	22,30
		3	três	98,12	61,21
2	dois	1	um	-38,46	-31,24
		4	quatro	-131,54	-74,11
3	três	1	um	-97,09	-63,57
		4	quatro	-102,91	-60,37
4	quatro	2	dois	133,25	74,92
		3	três	104,75	56,93

28. Para os fluxos de potência apresentados nas tabelas, a linha de transmissão que conecta a barra 1 (um) à barra 2 (dois)
- gera 8,94 Mvar
 - absorve 8,94 Mvar
 - gera 22,30 Mvar
 - absorve 22,30 Mvar
29. Para os fluxos de potência apresentados nas tabelas, a linha de transmissão que conecta a barra 1 (um) à barra 3 (três) possui perdas por efeito Joule em um total de
- 3,09 MW
 - 1,78 MW
 - 1,03 MW
 - 0,34 MW
30. O método desacoplado de fluxo de potência baseia-se em simplificações efetuadas na determinação da matriz Jacobiana do convencional método de Newton-Raphson. As simplificações efetuadas são:
- $\partial Q_i / \partial \delta_j = 0$ e $\partial P_i / \partial \delta_j = 0$
 - $\partial Q_i / \partial |V_j| = 0$ e $\partial P_i / \partial |V_j| = 0$
 - $\partial Q_i / \partial |V_j| = 0$ e $\partial P_i / \partial \delta_j = 0$
 - $\partial Q_i / \partial \delta_j = 0$ e $\partial P_i / \partial |V_j| = 0$

31. Dois geradores são conectados em paralelo no lado de baixa tensão de um transformador trifásico, conectado em delta-estrela, como mostrado na figura abaixo.



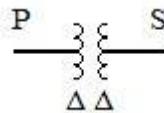
O gerador 1 possui como dados nominais 50000 kVA, 13,8 kV, enquanto que o gerador 2 possui 25000 kVA, 13,8 kV. Cada gerador possui uma reatância subtransitória de 25% em sua própria base. O transformador possui os valores nominais de 75000 kVA, 13,8Δ/69Y kV, com uma reatância de 10%. Antes da ocorrência de uma falta trifásica, a tensão no lado de alta tensão do transformador é de 66 kV. O transformador está sem carga e não existe corrente circulante entre os transformadores. Utilizando como base os valores de 69 kV e 75000 kVA no circuito de alta tensão do transformador, a corrente subtransitória no ponto de falta, originada por um curto-circuito trifásico no lado de alta tensão do transformador, vale, em módulo

- a) 0,2735 por unidade.
- b) 1,0940 por unidade.
- c) 2,7350 por unidade.
- d) 4,1025 por unidade.

32. Em relação aos componentes de seqüência negativa de um sistema desbalanceado de fasores, é correto afirmar que são consistidos por três fasores de

- a) mesma magnitude, defasados entre si por 120°, possuindo mesma seqüência de fase do sistema original de fasores.
- b) mesma magnitude, defasados entre si por 120°, possuindo seqüência de fase oposta ao do sistema original de fasores.
- c) diferentes magnitudes, defasados entre si por 120°, possuindo mesma seqüência de fase do sistema original de fasores.
- d) diferentes magnitudes, defasados entre si por 120°, possuindo seqüência de fase oposta ao do sistema original de fasores.

33. Um transformador é conectado em delta-delta, de acordo com a figura abaixo.

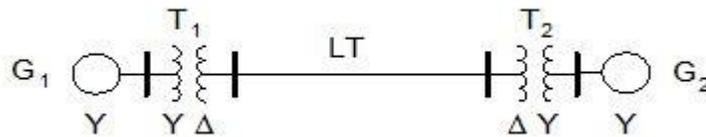


O circuito de seqüência zero do referido transformador será

- a)
- b)
- c)
- d)

34. Considerando que $V_{an}^{(1)} = 50\angle 0^\circ$, $V_{an}^{(2)} = 20\angle 90^\circ$ e $V_{an}^{(0)} = 10\angle 180^\circ$ V, onde os sobrescritos (1), (2) e (0) denotam, respectivamente, as seqüências positiva, negativa e zero, a tensão ao neutro V_{bn} valerá
- $7,47\angle -134,4^\circ$ V
 - $18,46\angle 105,1^\circ$ V
 - $37,7\angle 117^\circ$ V
 - $44,72\angle 26,6^\circ$ V

35. Na figura abaixo, um sistema de potência é representado no diagrama unifilar.



Os dados nominais e reatâncias dos elementos do sistema valem, respectivamente,

Geradores: 100 MVA, 20 kV, $X_d'' = X_1 = X_2 = 20\%$, $X_0 = 4\%$ (na base própria)

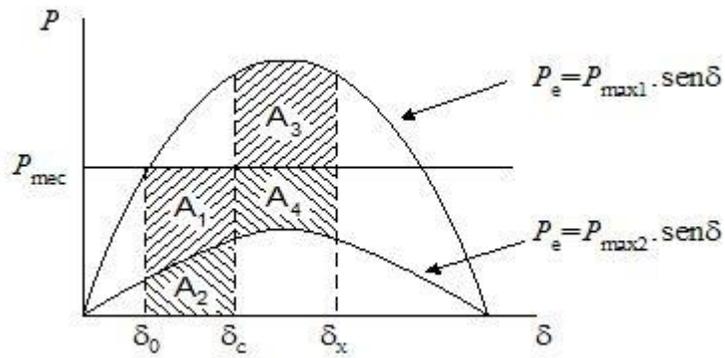
Transformadores: 100 MVA, $20\Delta/345Y$ kV, $X = 8\%$ (na base própria)

Linha de transmissão: $X_1 = X_2 = 15\%$, $X_0 = 50\%$ (na base 100 MVA, 345 kV)

Desprezando a corrente que flui anteriormente à ocorrência de uma falta do tipo fase-terra nos terminais do gerador 1, a corrente subtransitória que fluirá em seus terminais vale, em módulo,

- 6,1834 por unidade.
 - 5,5648 por unidade.
 - 3,7645 por unidade.
 - 0,0 por unidade.
36. Na análise clássica de operação econômica de usinas, a distribuição de carga entre unidades de uma mesma usina baseia-se no critério de que todas as unidades geradoras devem operar com
- o mesmo custo total de combustível.
 - o mesmo custo incremental de combustível.
 - a mesma potência ativa gerada.
 - a mesma potência ativa incremental gerada.
37. Duas unidades geradoras operam em paralelo, em 60 Hz, e suprem uma carga total de 700 MW. A unidade 1, com potência nominal de 600 MW e 4% de característica de queda de velocidade, fornece 400 MW. A unidade 2, com potência nominal de 500 MW e 5% de queda de velocidade, supre os restantes 300 MW da carga total. Esses geradores não possuem controle suplementar de velocidade e possuem perdas desprezíveis. Se a carga total é aumentada para 800 MW, o novo carregamento das unidades geradoras 1 e 2, respectivamente, será de
- 450,0 MW e 350,0 MW
 - 460,0 MW e 340,0 MW
 - 454,5 MW e 345,5 MW
 - 440,0 MW e 360,0 MW
38. Em relação ao controle suplementar de um sistema CAG (Controle Automático de Geração) atuando sobre uma área específica, é **INCORRETO** afirmar que
- estabelece uma padronização dos sistemas supervisórios utilizados em todas as plantas geradoras da área.
 - propicia à área condições para que esta absorva suas próprias variações de carga.
 - garante o intercâmbio líquido programado com áreas vizinhas.
 - garante o desejado despacho econômico de cada planta geradora da área.
39. Um turbogerador de 4 polos, 60 Hz, 500 MVA, 22 kV possui uma constante de inércia de $H = 7,5$ MJ/MVA. Tal gerador, quando sujeito a uma falta específica, possui uma aceleração angular de $437,8$ graus elet/s² = 36,5 rpm/s. Se essa aceleração for considerada constante por um período de 15 ciclos, a velocidade do gerador ao final desses 15 ciclos será de
- 1800,0 rpm
 - 1804,5 rpm
 - 1809,1 rpm
 - 1818,2 rpm

40. A figura abaixo apresenta as curvas potência-ângulo de um gerador.



Esse gerador opera inicialmente com uma curva $P_e = P_{max1} \cdot \text{sen } \delta$, no ponto que corresponde ao ângulo δ_0 . O sistema de potência ao qual o gerador está conectado sofre uma falta, a qual impõe ao gerador uma nova curva $P_e = P_{max2} \cdot \text{sen } \delta$. Após a eliminação da falta, a curva que define a potência ativa gerada é a mesma da situação pré-falta, ou seja, $P_e = P_{max1} \cdot \text{sen } \delta$. Considerando o intervalo $\delta_0 \leq \delta \leq \delta_x$ indicado, é correto afirmar que

- a) a área **A1** corresponde a uma região de aceleração ao passo que as áreas **A3** e **A4**, somadas, correspondem a uma região de desaceleração do rotor do gerador.
- b) as áreas **A1** e **A2**, somadas, correspondem a uma região de aceleração ao passo que as áreas **A3** e **A4**, somadas, correspondem a uma região de desaceleração do rotor do gerador.
- c) a área **A1** corresponde a uma região de aceleração ao passo que a área **A3** corresponde a uma região de desaceleração do rotor do gerador.
- d) as áreas **A1** e **A2**, somadas, correspondem a uma região de aceleração ao passo que a área **A3** corresponde a uma região de desaceleração do rotor do gerador.