**Parte 4 – Questões de Circuitos de Potência Trifásico - Sistema Elétrico de Potência**

53.(INSS/FUNRIO/2014) Três impedâncias iguais de 15(cos30°+ jsen30°) ohms são ligadas em triângulo a um sistema trifásico ABC, 170 volts, por três condutores. Em um circuito equivalente de uma linha, a corrente de linha, em ampéres, será:

Dados $\sqrt{3}$ =1,7

A) 100(cos(-30º)+ jsen(-30º)).
B) 30(cos(-30º)+ jsen(-30º)).
C) 20 (cos(-30º)+ jsen(-30º)).
D) 40(cos(-30º)+ jsen(-30º)).
E) 50(cos(-45º)+ jsen(-45º)).

*Resolução:*
*A impedância apresentada está em formato retangular:*

$$Z = 15 \cdot \left(\cos 30^{o} + j\ sen\, 30^{o}\right)\Omega$$
$$Z = 15 \cdot \left(0{,}866 + j\ 0.5\right)\Omega$$
$$Z = \left(13 + j7{,}5\right)\Omega$$

*Em formato polar, temos:*

$$Z = \left(15\angle 30^{o}\right)\Omega$$

*O ângulo da tensão não foi informado pelo enunciado; para tanto, utilizaremos a tensão $V_{AB}$, que possui ângulo zero.*

*Calculando a corrente de fase ($I_F$) e utilizando a tensão $V_{AB}$, temos:*

$$I_F = \frac{V_{AB}}{Z} = \frac{170\angle 0^{o}}{15\angle 30^{o}} = 11{,}33\angle -30^{o}\ A.$$

*Sendo que a carga está configurada em triângulo, a corrente de linha ($I_L$) vale:*

$$I_L = I_F \cdot \sqrt{3} = 11{,}33\angle -30^{o} \cdot \left(\sqrt{3}\right) = 19{,}62\angle 30^{o}\ A.$$

*Transformando a corrente de linha da forma polar para retangular, temos:* $I_L = \left(17 - j9{,}81\right)A$

*Agora, analisamos as alternativas:*
<u>*Alternativa A*</u> *- Incorreta:*

$$I_L = 100 \cdot \left(\cos -30^{o} + j\ sen -30^{o}\right) A$$
$$I_L = 100 \cdot \left(0{,}866 + j\left(-0{,}5\right)\right) A$$
$$I_L = \left(86{,}6 - j\ 50\right)A$$

*Observe que a corrente da alternativa A é diferente da corrente encontrada:*

$$\left(86{,}6 - j\ 50\right) \neq \left(17 - j9{,}81\right)$$

<u>*Alternativa B*</u> *- Incorreta:*

$$I_L = 30 \cdot \left(\cos -30^{o} + j\ sen -30^{o}\right) A$$
$$I_L = 30 \cdot \left(0{,}866 + j\left(-0{,}5\right)\right) A$$
$$I_L = \left(25{,}98 - j15\right) A$$

*Observe que a corrente da alternativa B é diferente da corrente encontrada:*

$$\left(25{,}98 - j15\right) \neq \left(17 - j9{,}81\right)$$

<u>*Alternativa C*</u> *- Correta:*

$$I_L = 20 \cdot \left(\cos -30^{o} + j\ sen -30^{o}\right) A$$
$$I_L = 20 \cdot \left(0{,}866 + j\left(-0{,}5\right)\right) A$$
$$I_L = \left(17{,}32 - j10\right) A$$

*Observe que a corrente da alternativa C é aproximadamente igual a corrente encontrada, pois* $\left(17{,}32 - j10\right) \cong \left(17 - j9{,}81\right)$

<u>*Alternativa D*</u> *– Incorreta:*

$$I_L = 40 \cdot \left(\cos -30^{o} + j\ sen -30^{o}\right) A$$
$$I_L = 40 \cdot \left(0{,}866 + j\left(-0{,}5\right)\right) A$$
$$I_L = \left(34{,}64 - j20\right) A$$

*Observe que a corrente da alternativa D é diferente da corrente encontrada:*

$$\left(34{,}64 - j20\right) \neq \left(17 - j9{,}81\right)$$

<u>*Alternativa E*</u> *- Incorreta:*

$$I_L = 50 \cdot \left(\cos -45^{o} + j\ sen -45^{o}\right) A$$
$$I_L = 50 \cdot \left(0{,}707 + j\left(-0{,}707\right)^{o}\right) A$$
$$I_L = \left(35.35 - j35{,}35\right) A$$

*Observe que a corrente da alternativa E é diferente da corrente encontrada:*

$$\left(35.35 - j35{,}35\right) \neq \left(17 - j9{,}81\right)$$

<u>***Alternativa C é correta.***</u>

41.(TJ-PA/VUNESP/2014) Uma fonte trifásica, simétrica e de sequência direta (ABC) alimenta uma carga trifásica, equilibrada e conectada em triângulo. São dados:

$$\dot{V}_{AB} = 100\angle 30^{o}\,[\mathrm{V}];$$
$$\overline{Z}_{carga} = 4 + j \cdot 3\,[\Omega].$$

Assinale a alternativa que apresenta corretamente o módulo da corrente de fase na carga, em [A].

A) 6
B) 10
C) 12
D) 20
E) 40

*Resolução:*
*Como a questão quer saber o valor do módulo da corrente, não precisamos trabalhar com os*

*ângulos da tensão e carga. Para isso, temos apenas que transformar a impedância da carga ($Z_{carga}$) da forma retangular para a polar. O módulo da impedância pode ser obtido por:*

$$|Z_{CARGA}| = \sqrt{R^2 + jX^2}$$

*Onde:*
*R é a resistência = 4Ω*
*X é a impedância reativa = 3 Ω*

$$|Z_{CARGA}| = \sqrt{4^2 + 3^2} = \sqrt{16+9} = \sqrt{25} = 5\Omega$$

*Calculando a corrente de fase, temos:*

$$I_{AB} = \frac{V_{AB}}{|Z_{CARGA}|} = \frac{100V}{5\Omega} = 20A$$

***Alternativa D é correta.***

43.(TJ-PA/VUNESP/2014) Uma fonte trifásica fornece potência a uma carga trifásica no valor de $\overline{S} = 63{,}2 + j.41[kVA]$. A carga está conectada em estrela e as potências consumidas por duas fases são
$\overline{S}_1 = 13{,}2 + j11[kVA]$ *e* $\overline{S}_2 = 40[kVA]$. Assinale a alternativa que apresenta corretamente a potência consumida pela terceira fase da carga.

A) $\overline{S}_3 = 2 + j\cdot 6\,[kVA]$
B) $\overline{S}_3 = 3 + j\cdot 9\,[kVA]$
C) $\overline{S}_3 = 5 + j\cdot 15\,[kVA]$
D) $\overline{S}_3 = 6 + j\cdot 18\,[kVA]$
E) $\overline{S}_3 = 10 + j\cdot 30\,[kVA]$

*Resolução:*
*A potência trifásica total (S) é igual a soma das potências consumidas em cada fase, isto é,* $S = S_1 + S_2 + S_3$.

*Isolando $S_3$, temos:* $S_3 = S - (S_1 + S_2)$

*Primeiramente somaremos $S_1+S_2$.*

$$S_1 = 13{,}2 + j11$$
$$S_2 = 40{,}0 + j0$$
$$53{,}2 + j11$$

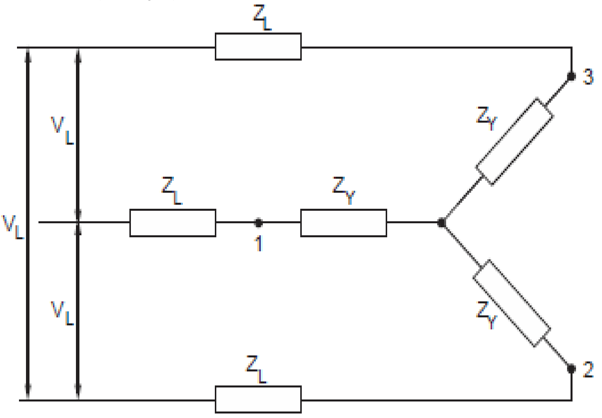
*Subtraindo S da soma de $S_1$ e $S_2$, temos:*

$$S = 63{,}2 + j41$$
$$= 53{,}2 + j11$$
$$S_3 = 10{,}0 + j30$$

*Logo, a potência* $S_3 = 10{,}0 + j30[kVA]$.

***Alternativa E é correta.***

41.(TJ-AP/FCC/2014) Considere o sistema trifásico, com a tensão de linha $V_L = 780 \angle 0°$ V, e cargas equilibradas $Z_Y = (6 + j8)\ \Omega$, em estrela. As linhas entre o sistema e a carga têm a impedância de $Z_L = (3 + j4)\ \Omega$.




Assim, o módulo da tensão nas cargas $Z_Y$ em volts é:
A) 220.
B) 260.
C) 300.
D) 380.
E) 450.

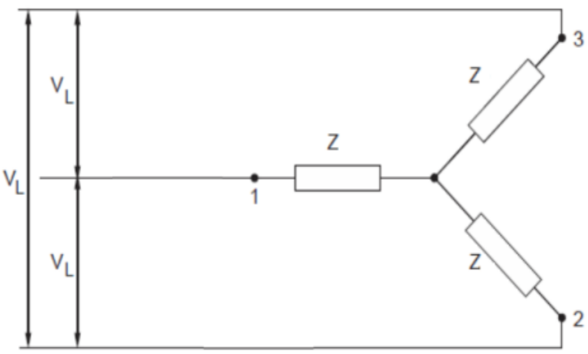
*Resolução:*
*Juntando as duas impedâncias em série, temos:*

$$Z = Z_L + Z_Y = (3 + j4) + (6 + j8) = (9 + j12)\Omega$$

*Calculando o módulo da impedância, temos:*

$$|Z| = \sqrt{9^2 + 12^2} = 15\Omega$$

*Agora, temos o seguinte circuito:*




*Como a impedância (Z) está configurada em estrela, a tensão aplicada em Z é apresentada abaixo:*

$$V_{FASE} = \frac{V_{LINHA}}{\sqrt{3}} = \frac{780}{\sqrt{3}} \cong 450V$$

*Agora, calcularemos a corrente de linha que é a corrente na impedância Z, aplicando a Lei de Ohm:*

$$I_Z = \frac{V_{FASE}}{|Z|} = \frac{450V}{15\Omega} = 30A$$

*Calculando o módulo da impedância $Z_Y$, temos:*

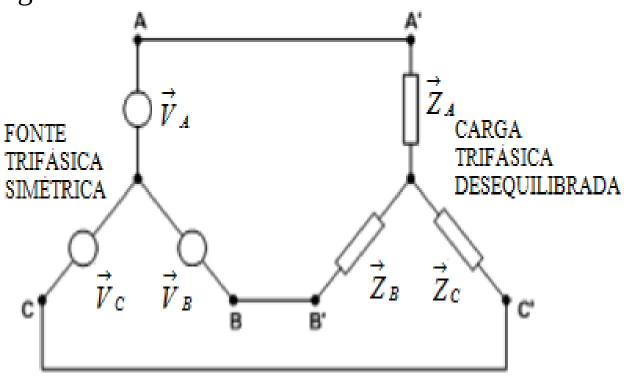
$$|Z_Y| = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\Omega$$

*Com isso descobrimos $V_Y$:*

$$V_Y = I_Z \cdot Z_Y = 30A.\ 10\Omega = 300V$$

***Alternativa C é correta.***

58.(DPE-RJ/FGV/2014) Observe em seguida um sistema trifásico estrela-estrela desequilibrado ligado a três fios.




Considere as seguintes afirmativas abaixo a respeito desse sistema:

I. A tensão de fase da carga é igual ao da tensão de fase da fonte.

II. A potência em cada carga monofásica que compõe a carga trifásica é igual a 1/3 da potência trifásica.

III. O somatório das correntes de fases no neutro da carga será igual a zero.

Assinale se

A) somente a afirmativa I estiver correta.

B) somente a afirmativa II estiver correta.

C) somente a afirmativa III estiver correta.

D) somente as afirmativas I e II estiverem corretas.

E) somente as afirmativas I e III estiverem corretas.

*Resolução:*

*<u>Afirmativa I</u> – Incorreta: devido ao desequilíbrio da carga e por estar ligada a três fios (sem neutro), a tensão de fase da carga será diferente da tensão de fase da fonte.*

*<u>Afirmativa II</u> – Incorreta: esta relação de 1/3 valeria se a carga fosse equilibrada. Para a situação de desequilíbrio, cada carga monofásica terá seu valor de potência.*

*<u>Afirmativa III</u> – Correta: o somatório das cargas de fase no neutro da carga será igual à zero, pois está a três fios; se fosse a quatro fios (com neutro) o desequilíbrio geraria uma corrente de neutro, ou seja, o somatório seria diferente de zero. Além disso, se as cargas fossem equilibradas e houvesse o neutro (quarto fio) o somatório também seria zero.*

***Alternativa C é correta***

59.(CETAM/FCC/2014) Um filtro de harmônicos ativo comercial com tecnologia IGBT faz a avaliação de sinais com frequência até 3,06 kHz. Nesse caso, ele elimina harmônicos até a

A) $16^a$ ordem.

B) $65^a$ ordem.

C) $37^a$ ordem.

D) $51^a$ ordem.

E) $29^a$ ordem.

*Resolução:*

*Para saber até que harmônica o filtro irá eliminar, basta dividirmos a frequência do filtro pela frequência fundamental (60Hz).*

$$Ordem = \frac{3060Hz}{60Hz} = 51$$

*Assim, esse filtro elimina até a $51^a$ ordem.*

***Alternativa D é correta.***

55.(SUDENE/FGV/2013) A respeito de um sistema trifásico a três fios desequilibrado na configuração estrela – estrela (Y – Y), analise as afirmativas a seguir.

I. As tensões de linha são iguais às tensões de fase da carga.

II. O somatório das correntes de fase na carga é sempre igual azero.

III. As tensões de fase na carga são diferentes das tensões defase da fonte.

Assinale:

A) se somente a afirmativa I estiver correta.

B) se somente a afirmativa II estiver correta.

C) se somente a afirmativa III estiver correta.

D) se somente as afirmativas I e III estiverem corretas.

E) se somente as afirmativas II e III estiverem corretas.

*Resolução:*

*<u>Afirmativa I</u> - Incorreta: devido ao desequilíbrio da carga em estrela, as tensões de fase da carga serão diferentes das tensões de linha.*

*<u>Afirmativa II</u> - Correta: devido à carga em estrela ser a três fios, o somatório das correntes de fase será sempre igual à zero. Porém, se houvesse neutro (quarto fio), haveria corrente no neutro, ou seja, o somatório das correntes de fase na carga seria diferente de zero.*

*<u>Afirmativa III</u> - Correta: devido ao desequilíbrio da carga e por estar ligada a três fios (sem neutro), a tensão de fase da carga será diferente da tensão de fase da fonte.*

***Alternativa E é correta.***

63.(SUDENE/FGV/2013) Considere uma carga elétrica monofásica, cujas potências ativa e reativa solicitadas de uma fonte de 200 V são, respectivamente, iguais a 4.000W e 3.000Var. O valor da impedância dessa carga é de

A) 8∠ (tg$^{-1}$ 1/4) Ω.
B) 8∠ (tg$^{-1}$ 3/4) Ω.
C) 25 ∠ (tg$^{-1}$ 1/4)Ω.
D) 25 ∠ (tg$^{-1}$ 3/4)Ω.
E) 25 ∠ (tg$^{-1}$ 1/2) Ω.

*Resolução:*
*Primeiramente, calculamos a potência aparente (S) pelo teorema de Pitágoras:*

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{4000^2 + 3000^2} = 5000VA$$

*Com o módulo da potência aparente, calculamos a corrente que circula na resistência R e na impedância reativa (X). Como elas estão em série, necessitamos encontrar a corrente, já que é comum a ambas.*

$$I = \frac{S}{V} = \frac{5000VA}{200V} = 25A$$

*Com a corrente, calculamos a resistência R e a impedância reativa (X).*

$$R = \frac{P}{I^2} = \frac{4000}{25^2} = \frac{4000}{625} = 6{,}4\Omega$$

$$X = \frac{Q}{I^2} = \frac{3000}{25^2} = \frac{3000}{625} = 4{,}8\Omega$$

*Pelo teorema de Pitágoras, obtemos o módulo da impedância (Z).*

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z = \sqrt{6{,}4^2 + 4{,}8^2} = 8\Omega$$

*O ângulo de fase é obtido por:*

$$\varphi = tg^{-1}\frac{4{,}8}{6{,}4} = tg^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$$

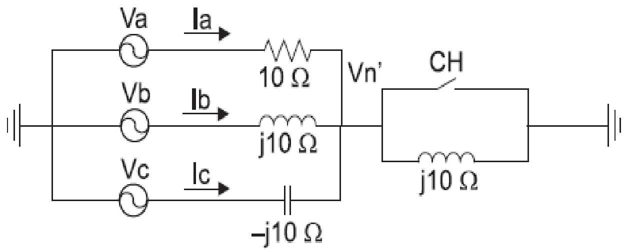
*Assim, temos como valor da impedância:*

$$Z = 8\angle tg^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)\ \Omega$$

***Alternativa B é correta***

Considere as informações a seguir para responder às questões de n$^{os}$ 31 e 32.

O circuito trifásico mostrado na Figura abaixo é composto por uma fonte trifásica equilibrada, uma carga trifásica desequilibrada, um reator de terra e uma chave CH. A fonte é de sequência ABC, com a tensão Va=127∠0°V, e a carga desequilibrada está em conexão estrela, como ponto de fechamento comum denominado Vn', que será igual ao ponto de referência (terra) caso a chave CH esteja fechada.




31.(LIQUIGÁS/CESGRANRIO/2013) Estando a chave CH fechada, em regime permanente, qual será o valor, em ampères, da componente de sequência negativa das correntes Ia, Ib e Ic mostradas na Figura?

$A)\ \frac{12{,}7}{3}\cdot\left(1-\sqrt{3}\right)$

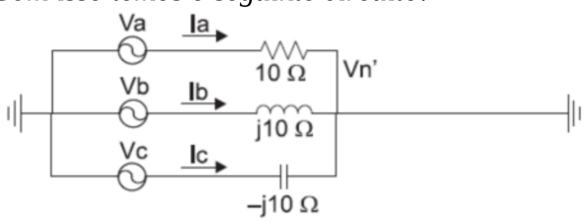
$B)\ \frac{12{,}7}{3}$

$C)\ \frac{12{,}7}{\sqrt{3}}$

$D)\ \frac{12{,}7}{3}\cdot\left(1+\sqrt{3}\right)$

$E)\ \frac{12{,}7}{3}\cdot\left(1-\sqrt{3}\right)$

*Resolução:*
*Com a chave fechada, a impedância j10Ω (impedância no neutro) é eliminada do circuito. Com isso temos o seguinte circuito:*




*Sendo que a sequência de fase é ABC, então:*

$$Va = 127\angle 0^\circ V$$
$$Vb = 127\angle -120^\circ V$$
$$Vc = 127\angle 120^\circ V$$

*Para calcularmos as correntes Ia, Ib e Ic aplicamos as seguintes equações, sendo que Vn está aterrado, isto é, Vn=0V:*

$$I_A = \frac{Va - Vn}{10} = \frac{127\angle 0^\circ}{10\angle 0^\circ} = 12{,}7\angle 0A$$

$$I_B = \frac{Vb - Vn}{j10} = \frac{Vb - Vn}{10\angle 90^\circ} = \frac{127\angle -120^\circ}{10\angle 90^\circ}$$

$$I_B = 12{,}7\angle -210^\circ A$$