

1. La salida de un generador de ca tiene un valor máximo de 250 V. ¿A qué ángulo el valor instantáneo es igual a 75 V?

$$V_{\alpha} = V_{max} * \text{sen}(\alpha)$$

$$V_{\alpha} = 75 \text{ v}$$

$$V_{max} = 250 \text{ v}$$

$$\arcsen\left(\frac{V_{\alpha}}{V_{max}}\right) = \alpha \quad \arcsen\left(\frac{75}{250}\right) = \alpha$$

$$\alpha = 17,45^{\circ}$$

2. Cierta generador trifásico de dos polos tiene una velocidad de rotación de 60 rpm. ¿Cuál es la frecuencia de cada voltaje producido por este generador? ¿Cuál es el ángulo de fase entre cada voltaje?

$$\omega = 60 \text{ rpm} \rightarrow 6,283 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \quad f = \frac{6,283}{2\pi} = 0,99 \text{ Hz} \quad T = \frac{1}{f} = 1,01 \text{ s}$$

$$\phi_1 = 0 \quad \phi_2 - \phi_1 = 2\pi$$

$$\phi_2 = 2\pi$$

3. Un generador monofásico alimenta una carga compuesta por un resistor de  $200 \Omega$  y un capacitor con reactancia de  $175 \Omega$ . El generador produce un voltaje de 100 V. Determine la magnitud de la corriente de carga.

$$X_c = 175 \Omega \quad R = 200 \Omega$$

$$I_{RL} = \frac{V}{R} = \frac{100 \angle 0^{\circ}}{200 \angle 0^{\circ}} = 0,5 \angle 0^{\circ} \quad I_{RL} = \frac{V}{X_c} = \frac{100 \angle 0^{\circ}}{175 \angle 90^{\circ}} = 0,57 \angle -90^{\circ}$$

$$I = 376 \text{ mA}$$

4. Determine la fase de la corriente de carga con respecto al voltaje del generador del problema 3.

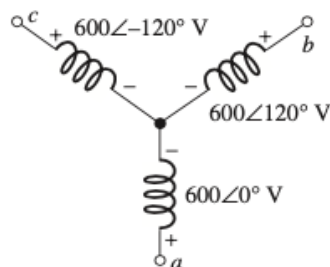
$$I = 376 \text{ mA} \quad V = 100 \text{ V} \quad \text{Fase} : 90^{\circ}$$

5. Una carga trifásica desbalanceada en un sistema de cuatro hilos tiene corrientes de  $2 \angle 20^{\circ} \text{ A}$ ,  $3 \angle 140^{\circ}$ , y  $1,5 \angle -100^{\circ} \text{ A}$ . Determine la corriente en la línea neutra.

$$I_{RL1} + I_{RL2} + I_{RL3} = I_{RN}$$

$$I_{RN} = 2 \angle 20 + 3 \angle 140 + 1,5 \angle -100 = 1,323 \angle 120,89^{\circ} \text{ A}$$

6. Determine los voltajes de línea en la figura 21-35.



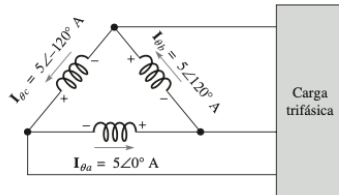
$$V_L = \sqrt{3}(V_\theta < 30^\circ + \theta)$$

$$V_{Lc} = \sqrt{3}(600 < -90^\circ) = 1039,2 < -90$$

$$V_{La} = \sqrt{3}(600 < 30^\circ) = 1039,2 < 30$$

$$V_{Lb} = \sqrt{3}(600 < 120^\circ) = 1039,2 < 150$$

7. Determine las corrientes de línea en la figura 21-36.



$$I_a = 5 < 0^\circ A$$

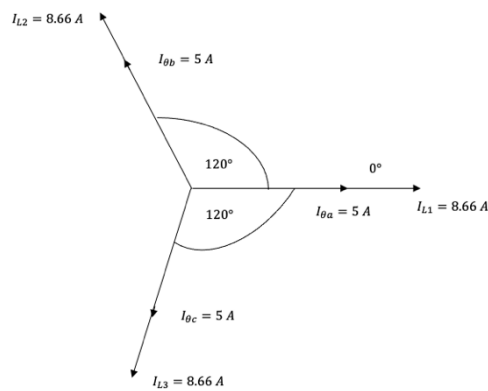
$$I_b = 5 < 120^\circ A$$

$$I_c = 5 < -120^\circ A$$

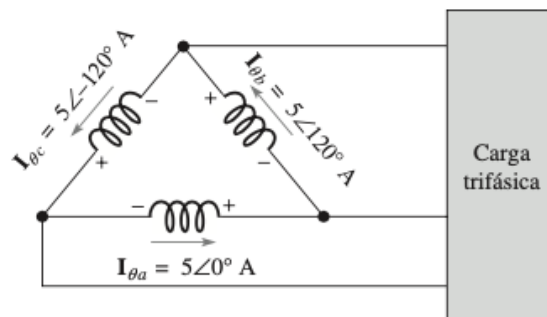
$$I_{L1} = \sqrt{3} * I_a < -30^\circ - 0^\circ = 8.66 < -30^\circ$$

$$I_{L2} = \sqrt{3} * I_b < 90^\circ - 0^\circ = 8.66 < 90^\circ$$

$$I_{L3} = \sqrt{3} * I_c < -150^\circ - 0^\circ = 8.66 < -150^\circ$$



8. Desarrolle un diagrama fasorial de corriente completo para la figura 21-36.



$$I_a = 5 < 0^\circ A$$

$$I_b = 5 < 120^\circ A$$

$$I_c = 5 < -120^\circ A$$

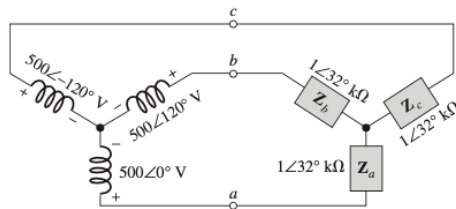
$$Il1 = \sqrt{3} * Ia < -30 - 0 = 8.66 < -30$$

$$Il2 = \sqrt{3} * Ib < 90 - 0 = 8.66 < 90$$

$$Il3 = \sqrt{3} * Ic < -150 - 0 = 8.66 < -150$$

9. Determine las siguientes cantidades para el sistema Y-Y de la figura 21-37:

- (a) Los voltajes de línea      (b) Las corrientes de fase      (c) Las corrientes de línea  
(d) Las corrientes de carga      (e) Los voltajes de carga



a).-

$$Za = Zb = Zc = 1 \angle 32^\circ k\Omega$$

$$Vza = Vl1 = 500\sqrt{3} \angle 150^\circ V = 866.025 \angle 150^\circ V$$

$$Vzb = Vl2 = 500\sqrt{3} \angle 30^\circ V = 866.025 \angle 30^\circ V$$

$$Vzc = Vl3 = 500\sqrt{3} \angle -90^\circ V = 866.025 \angle -90^\circ V$$

b).-

$$Ia = 0.0833 \angle -70^\circ (A)$$

$$Ib = 0.0833 \angle 170^\circ (A)$$

$$Ic = 0.0833 \angle 50^\circ (A)$$

c).-

$$Il1 = 0.833 \angle -70^\circ (A)$$

$$Il2 = 0.0833 \angle 170^\circ (A)$$

$$Il3 = 0.0833 \angle 50^\circ (A)$$

d).-

$$Iza = \frac{Va}{Za} = \frac{500 \angle 0^\circ}{1 \angle 32^\circ k\Omega} = 500 \angle -32^\circ (ma)$$

$$Izb = \frac{Vb}{Zb} = \frac{500 \angle 120^\circ}{1 \angle 32^\circ k\Omega} = 500 \angle 88^\circ (ma)$$

$$Izc = \frac{Vc}{Zc} = \frac{500 \angle -120^\circ}{1 \angle 32^\circ k\Omega} = 500 \angle -152^\circ (ma)$$

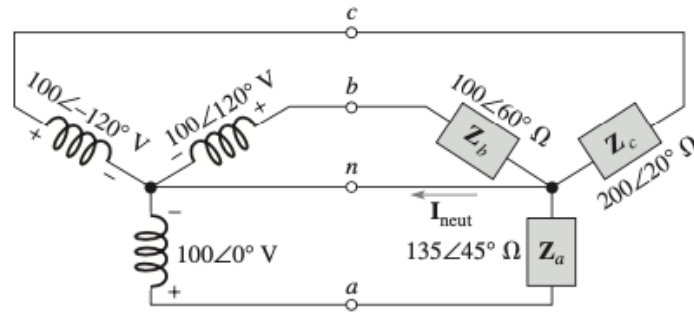
e).-

$$Vza = 50 \angle 0^\circ V$$

$$Vzb = 50 \angle 120^\circ V$$

$$Vzc = 50 \angle -120^\circ V$$

10. Repita el problema 9 para el sistema de la figura 21-38, y también determine la corriente neutra.



a) Los voltajes de línea:

$$\begin{aligned} V_{a\theta} &= 100 \angle 0^\circ \\ V_{b\theta} &= 100 \angle 120^\circ \\ V_{c\theta} &= 100 \angle -120^\circ \end{aligned}$$

El sistema no tiene carga balanceada:

$$\begin{aligned} Z_a &\neq Z_b \neq Z_c \\ Z_a &= 135 \angle 45^\circ \Omega \\ Z_b &= 100 \angle 60^\circ \Omega \\ Z_c &= 200 \angle 20^\circ \Omega \\ Z_t &= Z_a + Z_b + Z_c = 135 \angle 45^\circ \Omega + 100 \angle 60^\circ \Omega + 200 \angle 20^\circ \Omega \\ &= 135 \angle 45^\circ \Omega = 95.445 + j 95.445 \\ &= 100 \angle 60^\circ \Omega = 50 + j 86.6 \\ &= 200 \angle 20^\circ \Omega = 188 + j 68.4 \\ \text{Suma} &= 333.445 + j 250.445 \end{aligned}$$

$$Z_t = \sqrt{(333.445)^2 + (250.445)^2} \angle \cos^{-1} \left( \frac{250.445}{333.445} \right) = 417.027 \angle 36.909^\circ$$

b) Las corrientes de carga:

Se aplica la Ley de Ohm:

$$\begin{aligned} I_{Z_a} &= \frac{V_{a\theta}}{Z_t} = \frac{100 \angle 0^\circ}{417.027 \angle 36.909^\circ} = 0.24 \angle -36.909^\circ \text{ A} \\ I_{Z_b} &= \frac{V_{b\theta}}{Z_t} = \frac{100 \angle 120^\circ}{417.027 \angle 36.909^\circ} = 0.24 \angle 83.091^\circ \text{ A} \\ I_{Z_c} &= \frac{V_{c\theta}}{Z_t} = \frac{100 \angle -120^\circ}{417.027 \angle 36.909^\circ} = 0.24 \angle -156.909^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

c) Las corrientes de línea

$$\begin{aligned} I_{L_1} &= I_{Z_a} = 0.24 \angle -36.909^\circ \text{ A} \\ I_{L_2} &= I_{Z_b} = 0.24 \angle 83.091^\circ \text{ A} \\ I_{L_3} &= I_{Z_c} = 0.24 \angle -156.909^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

d) Las corrientes de carga

$$I_{\theta_1} = I_{Z_a} = 0.24 \angle -36.909^\circ \text{ A}$$

$$I_{\theta_2} = I_{Z_b} = 0.24 \angle 83.091^\circ \text{ A}$$

$$I_{\theta_3} = I_{Z_c} = 0.24 \angle -156.909^\circ \text{ A}$$

e) Los voltajes de carga

Voltaje de carga igual al voltaje de fase:

$$V_{Z_a} = 100 \angle 0^\circ$$

$$V_{Z_b} = 100 \angle 120^\circ$$

$$V_{Z_c} = 100 \angle -120^\circ$$

f) La corriente neutra

$$I_N = -(I_a + I_b + I_c) = -(0.24 \angle -36.909^\circ + 0.24 \angle 83.091^\circ + 0.24 \angle -156.909^\circ)$$

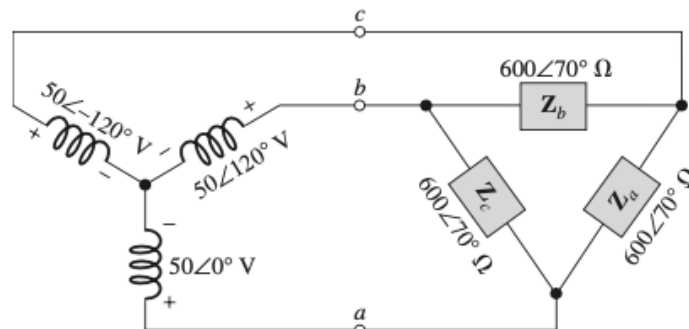
$$0.24 \angle -36.909^\circ = 0.192 - j 0.144$$

$$0.24 \angle 83.091^\circ = 0.029 + j 0.238$$

$$0.24 \angle -156.909^\circ = -0.221 - j 0.094$$

$$I_N = -(0.1989 + j0) = 0.199 \angle -180^\circ$$

11. Repita el problema 9 para el sistema de la figura 21-39.



a).-

$$Z_a = Z_b = Z_c = 600 \angle 70^\circ \Omega$$

$$V_{Z_a} = V_{l1} = 50\sqrt{3} \angle 150^\circ \text{ V} = 88.6025 \angle 150^\circ \text{ V}$$

$$V_{Z_b} = V_{l2} = 50\sqrt{3} \angle 30^\circ \text{ V} = 88.6025 \angle 30^\circ \text{ V}$$

$$V_{Z_c} = V_{l3} = 50\sqrt{3} \angle 90^\circ \text{ V} = 88.6025 \angle -90^\circ \text{ V}$$

b).-

$$I_a = 0.0833 \angle -70^\circ \text{ (A)}$$

$$I_b = 0.0833 \angle 170^\circ \text{ (A)}$$

$$I_c = 0.0833 \angle 50^\circ \text{ (A)}$$

c).-

$$I_{l1} = 0.0833 \angle -70^\circ \text{ (A)}$$

$$I_{l2} = 0.0833 \angle 170^\circ \text{ (A)}$$

$$I_{l3} = 0.0833 \angle 50^\circ \text{ (A)}$$

d).-

$$I_{Z_a} = \frac{V_a}{Z_a} = \frac{50 \angle 0^\circ}{600 \angle 70^\circ} = 0.0833 \angle -70^\circ \text{ (A)}$$

$$I_{zb} = \frac{V_b}{Z_b} = \frac{50\angle -120V}{600\angle 70\Omega} = 0.0833\angle 170(A)$$

$$I_{zc} = \frac{V_c}{Z_c} = \frac{50\angle 120V}{600\angle 70k\Omega} = 0.0833\angle 50(A)$$

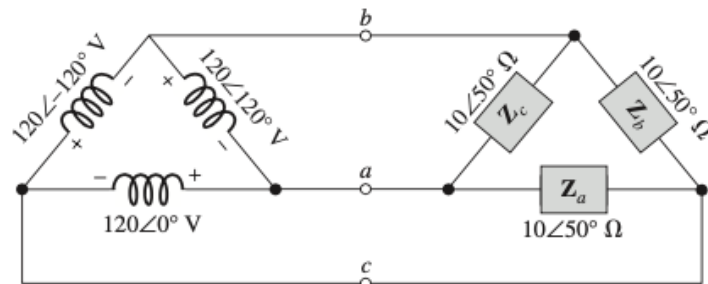
e).-

$$V_{za} = 50\angle 0V$$

$$V_{zb} = 50\angle 120V$$

$$V_{zc} = 50\angle -120V$$

12. Repita el problema 9 para el sistema de la figura 21-40.



a).-

$$Z_a = Z_b = Z_c = 10\angle 50\Omega$$

$$V_{za} = V_{l1} = 120\sqrt{3}\angle 150V = 207.84\angle 150V$$

$$V_{zb} = V_{l2} = 120\sqrt{3}\angle 30V = 207.84\angle 30V$$

$$V_{zc} = V_{l3} = 120\sqrt{3}\angle -90V = 207.84\angle -90V$$

b).-

$$I_a = 12\angle -50(A)$$

$$I_b = 12\angle -170(A)$$

$$I_c = 12\angle 70(A)$$

c).-

$$I_{l1} = 12\angle -50(A)$$

$$I_{l2} = 12\angle -170(A)$$

$$I_{l3} = 12\angle 70(A)$$

d).-

$$I_{za} = \frac{V_a}{Z_a} = \frac{120\angle 0V}{10\angle 50\Omega} = 12\angle -50(A)$$

$$I_{zb} = \frac{V_b}{Z_b} = \frac{120\angle -120V}{10\angle 50\Omega} = 12\angle -170(A)$$

$$I_{zc} = \frac{V_c}{Z_c} = \frac{120\angle 120V}{10\angle 50k\Omega} = 12\angle 70(A)$$

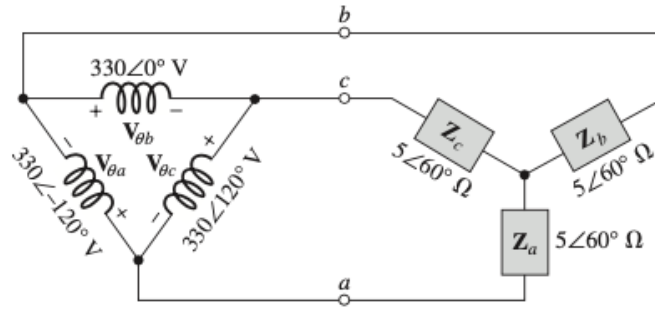
e).-

$$V_{za} = 120\angle 0V$$

$$V_{zb} = 120\angle 120V$$

$$V_{zc} = 120\angle -120V$$

13. Determine los voltajes de línea y las corrientes de carga para el sistema de la figura 21-41.



$$V_L = \sqrt{3}V_\theta$$

$$V_L = \sqrt{3}(50 \text{ V})$$

$$V_L = 86.6 \text{ V}$$

$$V_Z = V_L$$

$$V_Z = 86.6 \text{ V}$$

$$I_Z = \frac{V_Z}{Z}$$

$$I_Z = \frac{86.6 \text{ V}}{600 \Omega}$$

$$I_Z = 144 \text{ mA}$$

$$P_L = 3V_Z I_Z \cos \theta$$

$$P_L = 3(86.6 \text{ V})(144 \text{ mA}) \cos (70^\circ)$$

$$P_L = 12.8 \text{ W}$$

14. La potencia en cada fase de un sistema trifásico balanceado es de 1200 W. ¿Cuál es la potencia total?

$$V_Z = V_\theta$$

$$V_Z = 120 \text{ V}$$

$$I_Z = \frac{V_Z}{Z}$$

$$I_Z = 12 \text{ A}$$

$$P_L = 3V_Z I_Z \cos \theta$$

$$P_L = 3(120 \text{ V})(12 \text{ A}) \cos (50^\circ)$$

$$P_L = 2.77 \text{ kW}$$

15. Determine la potencia suministrada a la carga en las figuras 21-37 a 21-41.

$$V_\theta = \sqrt{3}V_Z$$

$$V_Z = \frac{V_\theta}{\sqrt{3}}$$

$$V_Z = \frac{330 \text{ V}}{\sqrt{3}}$$

$$V_Z = 190.52 \text{ V}$$

$$I_Z = \frac{V_Z}{Z}$$

$$I_Z = \frac{190.52 \text{ V}}{5 \Omega}$$

$$I_Z = 38.10 \text{ A}$$

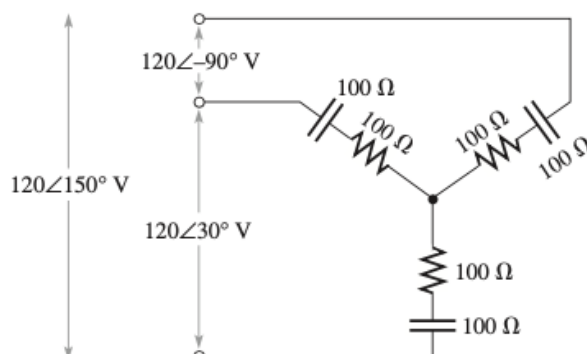
$$P_L = 3V_Z I_Z \cos \theta$$

$$P_L = 3(190.2 \text{ V})(38.10 \text{ A}) \cos (60^\circ)$$

$$P_L = 10.9 \text{ kW}$$

16. Determine la potencia total suministrada a la carga en la figura 21-42.

► FIGURA 21-42



$$Z = 100 - j100 \Omega$$

$$Z = 141.42 \angle -45^\circ \Omega$$

$$Z = Z_a = Z_b = Z_c$$

$$V_{Za} = \frac{V_{L(ac)}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{Za} = \frac{120 \angle (30 - 30)^\circ V}{\sqrt{3}}$$

$$V_{Za} = 69.29 \angle 0^\circ V$$

$$V_{Zb} = \frac{V_{L(ab)}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{Zb} = \frac{120 \angle (150 - 30)^\circ V}{\sqrt{3}}$$

$$V_{Zb} = 69.29 \angle 120^\circ V$$

$$V_{Zc} = \frac{V_{L(ac)}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{Zc} = \frac{120 \angle (-90 - 30)^\circ V}{\sqrt{3}}$$

$$V_{Zc} = 69.29 \angle -120^\circ V$$

$$I_{Za} = \frac{V_{Za}}{Z_a}$$

$$I_{Za} = \frac{69.29 \angle 0^\circ V}{141.42 \angle -45^\circ \Omega}$$

$$I_{Za} = 0.489 \angle 45^\circ A$$

$$I_{Zb} = \frac{V_{Zb}}{Z_b}$$

$$I_{Zb} = \frac{69.29 \angle 120^\circ V}{141.42 \angle -45^\circ \Omega}$$

$$I_{Zb} = 0.489 \angle 165^\circ A$$

$$I_{Zc} = \frac{V_{Zc}}{Z_c}$$

$$I_{Zc} = \frac{69.29 \angle -120^\circ V}{141.42 \angle -45^\circ \Omega}$$

$$I_{Zc} = 0.489 \angle -75^\circ A$$

$$P_{L(tot)} = 3V_Z I_Z \cos \theta$$

$$P_{L(tot)} = 3(69.29 V)(0.489 A) \cos (-45^\circ)$$

$$P_{L(tot)} = 72 W$$

\* 17. Utilice el método de tres wattímetros para medir el sistema de la figura 21-42. ¿Cuánta potencia indica cada wattímetro?

$$Z = 100 - j100 \Omega$$

$$Z = 141.42 \angle -45^\circ \Omega$$

$$Z = Z_a = Z_b = Z_c$$

$$V_{Za} = \frac{V_{L(ac)}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{Za} = \frac{120 V}{\sqrt{3}}$$

$$V_{Za} = 69.29 V$$

$$I_{Za} = \frac{V_{Za}}{Z_a}$$

$$I_{Za} = \frac{69.29 V}{141.42 \Omega}$$

$$I_{Za} = 0.489 A$$

$$P = V_{Za} I_{Za} \cos \theta$$

$$P = (69.29 V)(0.49 A) \cos (-45^\circ)$$

$$P = 24.2 W$$



\* **18.** Repita el problema 17 empleando el método de dos wattímetros.

$$Z = 100 - j100 \, \Omega$$

$$Z = 141.42 \angle -45^\circ \, \Omega$$

$$Z = Z_a = Z_b = Z_c$$

$$V_Z = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$$

$$V_Z = \frac{120 \, V}{\sqrt{3}}$$

$$V_Z = 69.3 \, V$$

$$I_Z = \frac{V_Z}{Z}$$

$$I_Z = \frac{69.3 \, V}{141.42 \, \Omega}$$

$$I_Z = 0.49 \, A$$

$$P_1 = \sqrt{3} V_Z I_Z \cos (30^\circ + \theta)$$

$$P_1 = \sqrt{3} (69.3 \, V) (0.49 \, A) \cos (30^\circ - 45^\circ)$$

$$P_1 = 57.96 \, W$$

$$P_2 = \sqrt{3} V_Z I_Z \cos (30^\circ - \theta)$$

$$P_1 = \sqrt{3} (69.3 \, V) (0.49 \, A) \cos (30^\circ + 45^\circ)$$

$$P_1 = 15.54 \, W$$

$$P = P_1 + P_2$$

$$P = (57.96 + 15.54) W$$

$$P = 73.5 \, W$$