Al circuito de la figura se le aplica un sistema trifásico de tensiones simétrico, equilibrado y de secuencia directa, cuya tensión $\underline{U}_{12} = 220\sqrt{3}_{\angle 30°}\text{V}$.

Se sabe que cuando el interruptor K está abierto la lectura del vatímetro W_2 es nula (W_2=0 div.) y que cuando el interruptor K está cerrado la lectura del vatímetro 1 es el doble que la lectura del vatímetro 2, ($W_1=2W_2$).

Determínese:

- Cuando K está abierto :

1 Lecturas de los instrumentos

2 Valor y naturaleza de la carga $\underline{Z}$.

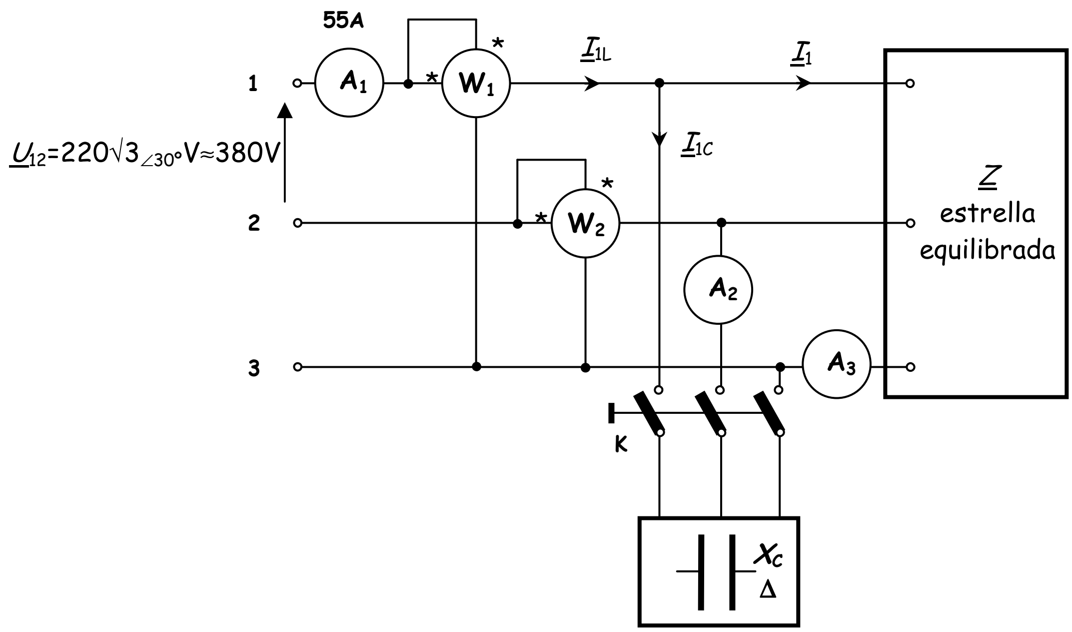
3 Balance de potencias y diagrama vectorial.

- Se cierra el interruptor K:

4 Lecturas de los instrumentos

5 Balance de potencias y diagrama vectorial.

6 Valor de la potencia reactiva Q_C, y de la reactancia X_C que lo hace posible.



RESOLUCIÓN:

K abierto:

$$LW_2 = U_{23} \cdot I_2 \cdot \cos\left(\underline{U}_{23} \hat{\ } \underline{I}_2\right) = 220\sqrt{3} \cdot 55 \cdot \cos\left(\underline{U}_{23} \hat{\ } \underline{I}_2\right) = 0\text{div}$$

$$\cos\left(\underline{U}_{23} \hat{\ } \underline{I}_2\right) = 0$$

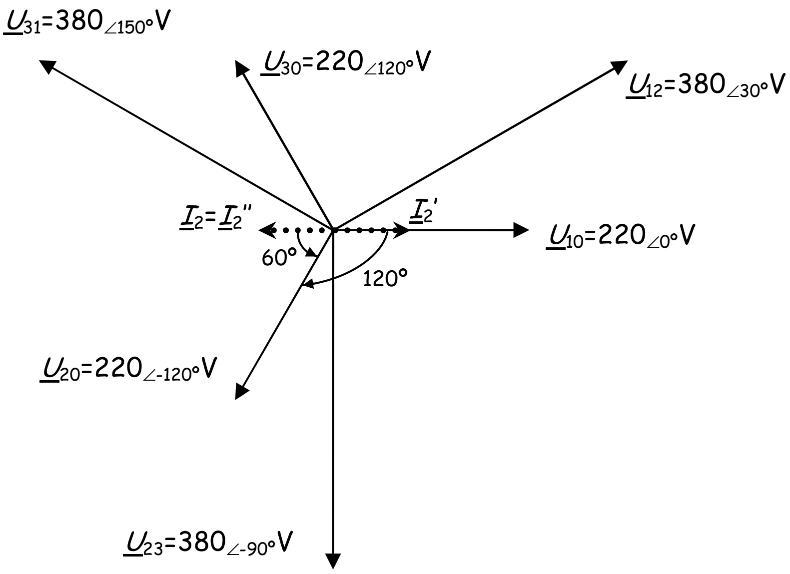
$$\underline{U}_{23} \hat{\ } \underline{I}_2 = \pm 90°$$

De las dos respuestas posibles hay que seleccionar la que sea válida.

La corriente $\underline{I}_2'$ desfasa 120º en adelanto respecto a su tensión simple, $\underline{U}_{20}$. Eso significa que el ángulo de la carga $\underline{Z}_{estrella}$ es de 120º, imposible, ya que los ángulos de las impedancias solo pueden tomar valores entre -90º y +90º. Por tanto esta respuesta no es posible.

Sin embargo la tensión simple $\underline{U}_{20}$ adelanta 60º respecto a la corriente $\underline{I}_2''$, eso significa que la carga tiene un ángulo de 60º y es inductiva (+60º).

La corriente es por tanto $\underline{I}_2''$.



Corrientes de línea:

$\underline{I}_1 = 55_{\angle -60^\circ} A$; $\underline{I}_2 = 55_{\angle 180^\circ} A$; $\underline{I}_3 = 55_{\angle 60^\circ} A$

1 Lectura de los instrumentos

$$LW_1 = U_{13} \cdot I_1 \cdot \cos\left(\underline{U}_{13} \hat{\ } \underline{I}_1\right) = 220 \cdot \sqrt{3} \cdot 55 \cdot \cos 30^\circ = 18150 \text{div}$$

$$LW_2 = U_{23} \cdot I_2 \cdot \cos\left(\underline{U}_{23} \hat{\ } \underline{I}_2\right) = 220 \cdot \sqrt{3} \cdot 55 \cdot \cos 90^\circ = 0 \text{div}$$

$$LA_1 = \left|\underline{I}_1\right| = 55\ A$$

$$LA_2 = \left|\underline{I}_{1C}\right| = 0\ A$$

$$LA_3 = \left|\underline{I}_3\right| = 55\ A$$

2 Valor y naturaleza de la carga $\underline{Z}$

$$\underline{Z}_{estrella} = \frac{\underline{U}_{10}}{\underline{I}_1} = \frac{220_{\angle 0^\circ}}{55_{\angle -60}} = 4_{\angle 60^\circ}\,\Omega = \left(2 + j2\sqrt{3}\right)\Omega$$

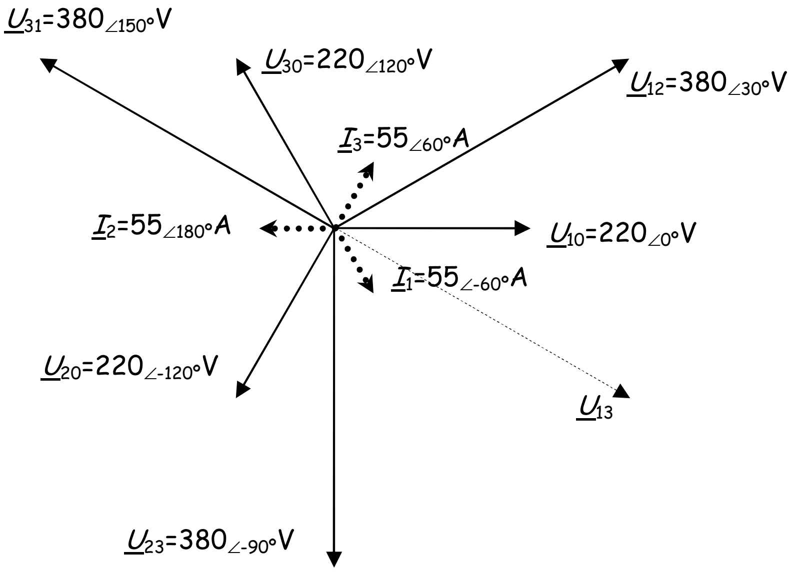
3 Balance de potencias y diagrama vectorial

$$P_{Zestrella} = LW_1 + LW_2 = 18150 W$$

$$Q_{Zestrella} = \sqrt{3}\left(LW_1 - LW_2\right) = 18150\sqrt{3}\ \text{var}$$

$$P_{generada} = 3 \cdot U_{10} \cdot I_1 \cos\left(\underline{U}_{10} \hat{\ } \underline{I}_1\right) = 3 \cdot 220 \cdot 55 \cdot \cos 60° = 18150 \text{W}$$

$$Q_{generada} = 3 \cdot U_{10} \cdot I_1 \cos\left(\underline{U}_{10} \hat{\ } \underline{I}_1\right) = 3 \cdot 220 \cdot 55 \cdot \sin 60° = 18150\sqrt{3} \text{ var}$$



K cerrado:

$$P_T = 2LW_2 + LW_2 = 3LW_2$$

$$Q_T = \sqrt{3}\left(2LW_2 - LW_2\right) = \sqrt{3}LW_2$$

Se puede obtener en ángulo de la carga total ($\underline{Z}_{Estrella}$+$X_{C\Delta}$):

$$tg\varphi_T = \frac{Q_T}{P_T} = \frac{\sqrt{3}LW_2}{3LW_2} = \frac{1}{\sqrt{3}} \rightarrow \varphi_T = 30°$$

$$Q_T = tg30° P_T = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 18150 = 6050\sqrt{3}\text{var}$$

$$Q_C = Q_T - Q_{ZEstrella} = 18150\sqrt{3} - 6050\sqrt{3} = 12100\sqrt{3} \text{ var}$$

$$Q_C = \sqrt{3} I_C \cdot U_C \sin 90 \rightarrow I_C = \frac{12100\sqrt{3}}{\sqrt{3} \cdot 220\sqrt{3} \cdot \sin 90°} = \frac{55}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

$$\underline{I}_{1C} = \frac{55}{\sqrt{3}}_{\angle 90°} \text{ A}; \quad \underline{I}_{2C} = \frac{55}{\sqrt{3}}_{\angle -30°} \text{ A}; \quad \underline{I}_{3C} = \frac{55}{\sqrt{3}}_{\angle -150°} \text{ A}$$

$$\underline{I}_{1L} = \underline{I}_{1C} + \underline{I}_1 = \frac{55}{\sqrt{3}}_{\angle 90°} + 55_{\angle -60°} = \frac{55}{\sqrt{3}}_{\angle -30°} \text{ A}; \quad \underline{I}_{2L} = \frac{55}{\sqrt{3}}_{\angle -150°} \text{ A}; \quad \underline{I}_{3L} = \frac{55}{\sqrt{3}}_{\angle 90°} \text{ A}$$

4 Lecturas de los instrumentos

$P_T = 18150 = 3LW_2 \rightarrow LW_2 = 6050\text{div}$
$LW_1 = 2LW_2 = 12100\text{div}$

$$LA_1 = \left|\underline{I}_{1L}\right| = \frac{55}{\sqrt{3}}A$$

$$LA_2 = \left|\underline{I}_{1C}\right| = \frac{55}{\sqrt{3}}A$$

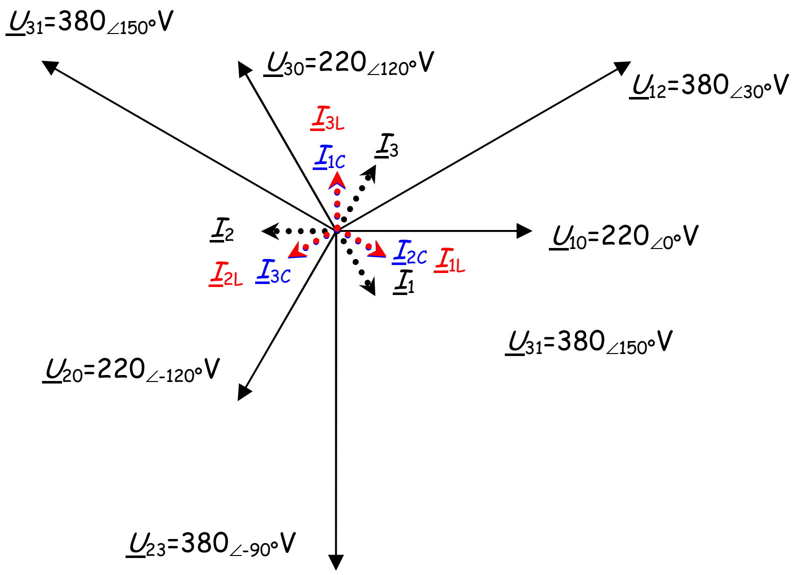
$$LA_3 = \left|\underline{I}_{3}\right| = \frac{55}{\sqrt{3}}A$$

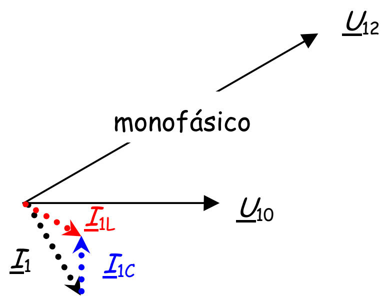
5 Balance de potencia y diagrama vectorial

$$P_T = P_{Zestrella} = 18150W$$
$$Q_T = Q_{Zestrella} - Q_C = 18150\sqrt{3} - 12100\sqrt{3} = 6050\sqrt{3}\ \text{var}$$

$$P_{generada} = 3 \cdot U_{10} \cdot I_{1L} \cos\left(\underline{U}_{10} \hat{\ } \underline{I}_{1L}\right) = 3 \cdot 220 \cdot \frac{55}{\sqrt{3}} \cdot \cos 30° = 18150W$$

$$Q_{generada} = 3 \cdot U_{10} \cdot I_1 \cos\left(\underline{U}_{10} \hat{\ } \underline{I}_{1}\right) = 3 \cdot 220 \cdot \frac{55}{\sqrt{3}} \cdot \sin 30° = 6050\sqrt{3}\ \text{var}$$





6 Valor de la potencia reactiva Qc y de la reactancia Xc que lo hacen posible

$$Q_C = Q_T - Q_{Zestrella} = 18150\sqrt{3} - 6050\sqrt{3} = 12100\sqrt{3}\ \text{var}$$

$$\frac{Q_C}{3} = \frac{U_C^2}{X_C} \rightarrow X_C = \frac{3 \cdot 220^2}{12100 \cdot \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 220^2}{12100} = 4\sqrt{3}\Omega \rightarrow -j4\sqrt{3}\Omega$$