

Ejemplo 12.3

Analizar el sistema triángulo-triángulo de la figura 12.17, mediante el paso al sistema en estrella equivalente.

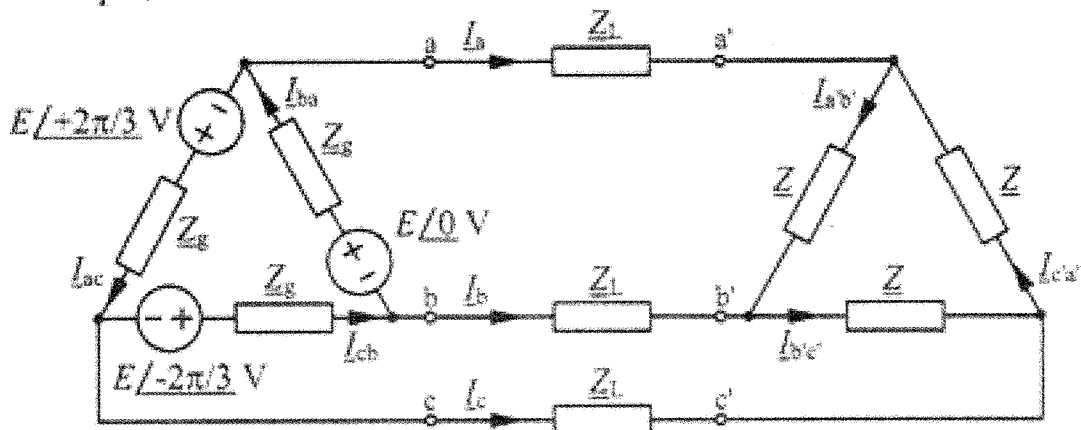
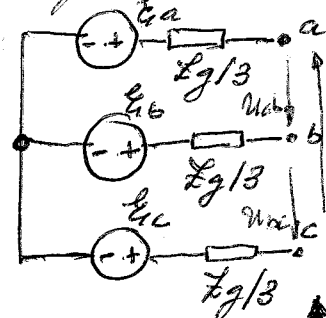
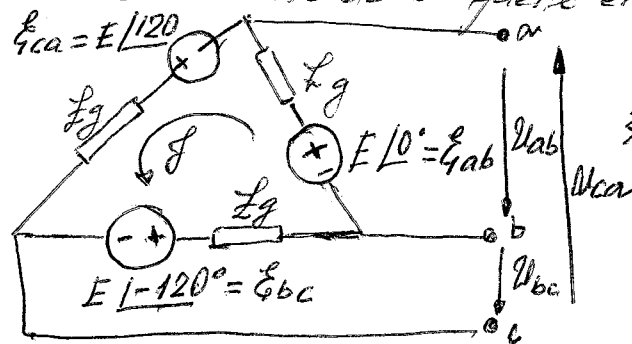


Figura 12.17

Las tensiones a circuito abierto de la fuente en triángulo, son:

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{E}_{ab} &= E \angle 0^\circ \text{ V} \\ \mathcal{E}_{bc} &= E \angle -120^\circ \text{ V} \\ \mathcal{E}_{ca} &= E \angle 120^\circ \text{ V} \end{aligned} \right\}$$

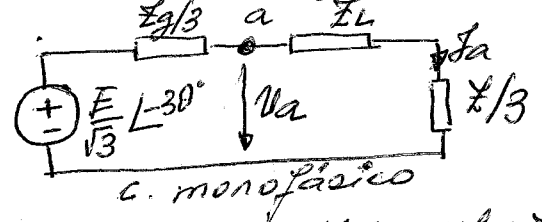
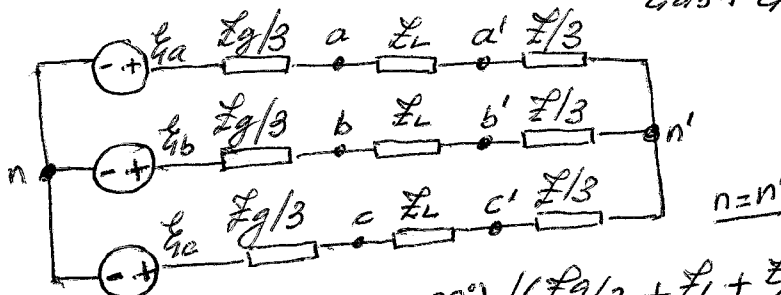


Si se impone $\mathcal{E}_a + \mathcal{E}_b + \mathcal{E}_c = 0 \Rightarrow$ se obtiene el equivalente

donde:

$$\left\{ \begin{aligned} \mathcal{E}_a &= (U_{ab} - U_{ac})/3 = (E/\sqrt{3}) \angle -30^\circ = (E/\sqrt{3}) \angle -30^\circ \\ \mathcal{E}_b &= (U_{bc} - U_{ab})/3 = E \angle -120^\circ / 3 = (E/\sqrt{3}) \angle -150^\circ \\ \mathcal{E}_c &= (U_{ca} - U_{bc})/3 = E \angle 120^\circ / 3 = (E/\sqrt{3}) \angle 90^\circ \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b &= U_{ab} = \mathcal{E}_{ab} - \mathcal{E}_g f \\ \mathcal{E}_b - \mathcal{E}_c &= U_{bc} = \mathcal{E}_{bc} - \mathcal{E}_g f \\ \mathcal{E}_c - \mathcal{E}_a &= U_{ca} = \mathcal{E}_{ca} - \mathcal{E}_g f \end{aligned} \right. \quad \begin{aligned} f &= \frac{\mathcal{E}_{ab} + \mathcal{E}_{bc} + \mathcal{E}_{ca}}{\mathcal{E}_g + \mathcal{E}_g + \mathcal{E}_g} = \frac{\mathcal{E}_{ab} + \mathcal{E}_{bc} + \mathcal{E}_{ca}}{3\mathcal{E}_g} \\ \text{como } U_{ab} + U_{bc} + U_{ca} &= 0 \text{ y } \mathcal{E}_{ab} + \mathcal{E}_{bc} + \mathcal{E}_{ca} = 0 \Rightarrow f = 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} I_a &= (E/\sqrt{3} \angle -30^\circ) / (\mathcal{E}_g/3 + \mathcal{E}_L + \mathcal{E}/3) = (\sqrt{3} E \angle -30^\circ) / (\mathcal{E}_g + 3\mathcal{E}_L + \mathcal{E}) \\ U_a &= I_a (\mathcal{E}_L + \mathcal{E}/3) = (\sqrt{3} E \angle -30^\circ) (\mathcal{E}_L + \mathcal{E}/3) / (\mathcal{E}_g + 3\mathcal{E}_L + \mathcal{E}) \\ U_a' &= I_a (\mathcal{E}/3) = (\sqrt{3} E \angle -30^\circ) (\mathcal{E}/3) / (\mathcal{E}_g + 3\mathcal{E}_L + \mathcal{E}) \end{aligned}$$

$$I_a = (\sqrt{3} \angle -30^\circ) / (Z_g + 3Z_L + Z)$$

$$U_a = \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ\right) (3Z_L + Z) / (Z_g + 3Z_L + Z)$$

$$U_{a'} = \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ\right) (Z) / (Z_g + 3Z_L + Z)$$

Al ser un sistema equilibrado de secuencia directa;

$$U_{ab} = \sqrt{3} U_a (1 \angle +30^\circ) = E \angle 0^\circ (3Z_L + Z) / (Z_g + 3Z_L + Z)$$

$$U_{a'b} = \sqrt{3} U_{a'} (1 \angle +30^\circ) = E \angle 0^\circ (Z) / (Z_g + 3Z_L + Z)$$

$$y: U_{bc} = U_{ab} (1 \angle -120^\circ)$$

$$U_{ca} = U_{ab} (1 \angle +120^\circ)$$

$$U_{b'c'} = U_{a'b'} (1 \angle -120^\circ)$$

$$U_{c'a'} = U_{a'b'} (1 \angle +120^\circ)$$

A partir de la intensidad de línea, se obtienen las de fase:

$$I_{ba} = I_{a'b'} = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right) I_a (1 \angle +30^\circ) = E \angle 0^\circ / (Z_g + 3Z_L + Z) \quad A.$$

$$I_{cb} = I_{b'c'} = I_{a'b'} (1 \angle -120^\circ)$$

$$I_{ac} = I_{c'a'} = I_{a'b'} (1 \angle +120^\circ)$$

Al ser un sistema equilibrado, las intensidades de fase por el generador y por la carga han de ser las mismas, ya que el sistema de intensidades de línea correspondiente es el mismo.

Las intensidades de fase, se pueden calcular también como:

$$I_{a'b'} = U_{a'b'} / Z = E \angle 0^\circ / (Z_g + 3Z_L + Z)$$

$$I_{ba} = (E \angle 0^\circ - U_{ab}) / Z_g = E \angle 0^\circ / (Z_g + 3Z_L + Z)$$