

P12.2 En el circuito de la figura P12.2 se representa un sistema trifásico equilibrado de secuencia directa. Se sabe que la carga trifásica de impedancia \underline{Z} absorbe 2000 W de potencia activa.

Determinar, tomando como origen de fases \underline{I}_a :

- Tensiones \underline{E}_a , \underline{E}_b y \underline{E}_c de las fuentes ideales.
- Indicación del voltímetro.

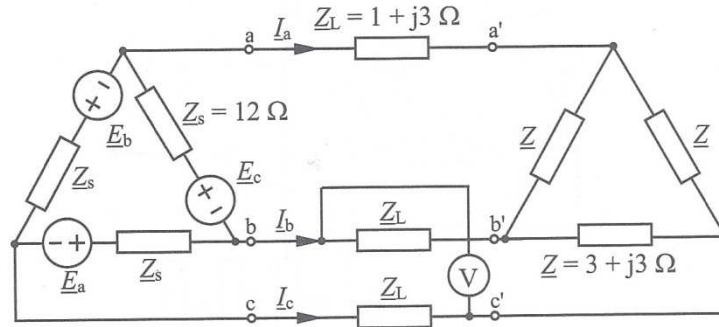
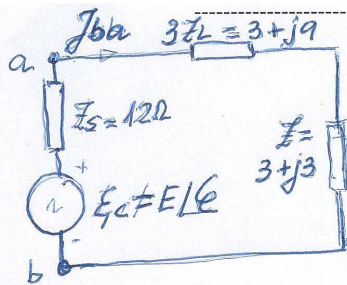


Figura P12.2



$$\underline{Z}_{eq} = \underline{Z}_s + 3\underline{Z}_L + \underline{Z} = 18 + j12 = 21.63 \angle 33.69^\circ$$

$$\underline{I}_{ba} = \frac{E/\sqrt{3}}{\underline{Z}_{eq}} \quad \text{Sistema equilibrado}$$

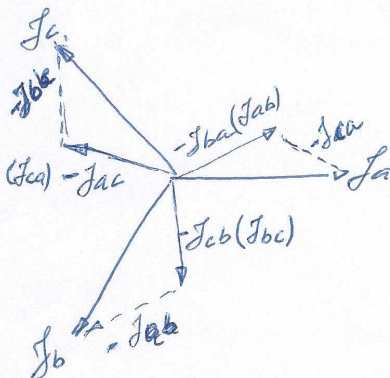
$$\underline{I}_{ba} = \underline{I}_{b'a'}$$

$$\frac{2000}{3} = 3 \cdot \underline{I}_{b'a'}^2 \Rightarrow \underline{I}_{b'a'} = \underline{I}_{ba} = \sqrt{\frac{2000}{9}} = 14.91 \text{ A}$$

$$\underline{E}_c = E/\sqrt{3} = \underline{I}_{ba} \cdot \underline{Z}_{eq} = 21.63 \angle 33.69^\circ \cdot 14.91 \angle 30^\circ = 322.44 \angle 63.69^\circ$$

$$\underline{E}_a = \underline{E}_c \angle -120^\circ = 322.44 \angle -56.31^\circ$$

$$\underline{E}_b = \underline{E}_c \angle +120^\circ = 322.44 \angle 183.69^\circ = 322.44 \angle -176.31^\circ$$



$$\underline{I}_{ab} = 14.91 \angle 30^\circ$$

$$\underline{I}_{bc} = 14.91 \angle 30 - 120 = 14.91 \angle -90^\circ$$

$$\underline{I}_{ca} = 14.91 \angle 30 + 120 = 14.91 \angle 150^\circ$$

$$\underline{I}_a = \sqrt{3} \cdot 14.91 \angle 0 = 25.825 \angle 0^\circ$$

$$\underline{I}_b = 25.825 \angle -120^\circ$$

$$\underline{I}_c = 25.825 \angle 120^\circ$$

$$\underline{u}_{bc'} = \underline{Z}_L \cdot \underline{I}_b + \underline{Z} \underline{I}_{c'} = (1 + j3) \cdot 25.825 \angle -120^\circ + (3 + j3) \cdot 14.91 \angle -90^\circ =$$

$$= 3.16 \angle 71.56^\circ \cdot 25.825 \angle -120^\circ + 4.24 \angle 45^\circ \times 14.91 \angle -90^\circ$$

$$= 81.60 \angle -48.44^\circ + 63.218 \angle -45^\circ = (54.138 + 44.70) + j(-61.06 + 44.70)$$

$$= 98.838 - j105.76 = 144.75 \angle -46.94^\circ$$

SP 12.2

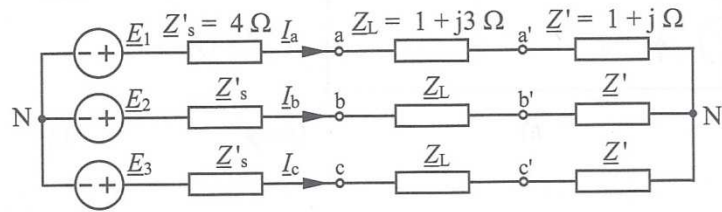


Figura SP 12.2

Si se convierte el circuito trifásico equilibrado triángulo-triángulo de la figura P12.2 en el estrella-estrella equivalente, se obtiene el circuito representado en la figura SP 12.2, donde

$$\underline{E}_1 = \underline{E}_c \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ \text{ V}, \quad \underline{E}_2 = \underline{E}_a \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ \text{ V}, \quad \underline{E}_3 = \underline{E}_b \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ \text{ V}$$

Del circuito equilibrado estrella-estrella, al estar los neutros N y N' al mismo potencial, se deduce

$$\underline{E}_1 = \underline{E}_c \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ = (6 + j4) \underline{I}_a \quad [12.154]$$

donde I_a se puede determinar a partir de la potencia absorbida por la carga

$$P_T = 2000 = 3.1 \cdot I_a^2$$

es decir,

$$\underline{I}_a = 20 \sqrt{\frac{5}{3}} \angle 0^\circ \text{ A}$$

Si se sustituyen valores en la ecuación [12.154] se obtiene

$$\underline{E}_c = 40 \sqrt{65} \angle 63,69^\circ \text{ V}$$

y, al tratarse de un sistema equilibrado de secuencia directa, $\underline{E}_a = 40 \sqrt{65} \angle -56,31^\circ \text{ V}$ y $\underline{E}_b = 40 \sqrt{65} \angle -176,31^\circ \text{ V}$

b) La indicación del voltímetro es la tensión $U_{bc'}$, supuesto como se hace habitualmente, que el módulo de las tensiones complejas es su valor eficaz. Mediante la segunda ley de Kirchhoff se tiene

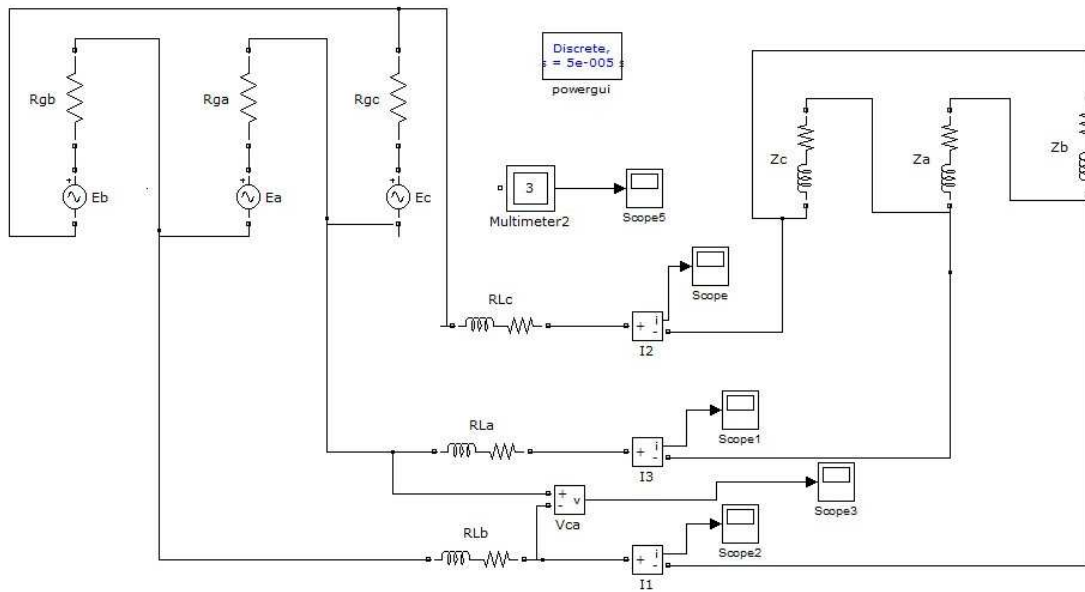
$$\underline{U}_{bc'} = \underline{U}_{bN'} - \underline{U}_{cN'} = (\underline{Z}_L + \underline{Z}') \underline{I}_b - \underline{Z}' \underline{I}_c = 2(1 + j2) \underline{I}_a \cdot 1 \angle -120^\circ - (1 + j) \underline{I}_a \cdot 1 \angle 120^\circ$$

y si se sustituye I_a por su valor resulta

$$\underline{U}_{bc'} = 144,83 \angle -46,94^\circ \text{ V}$$

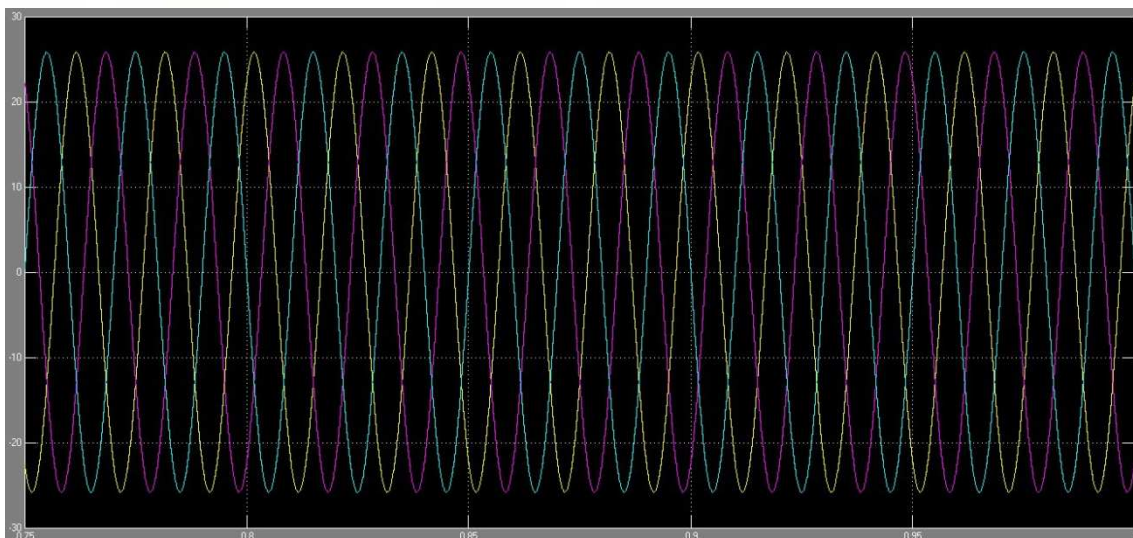
Por tanto, el voltímetro marca 144,83 V

SIMULACION:

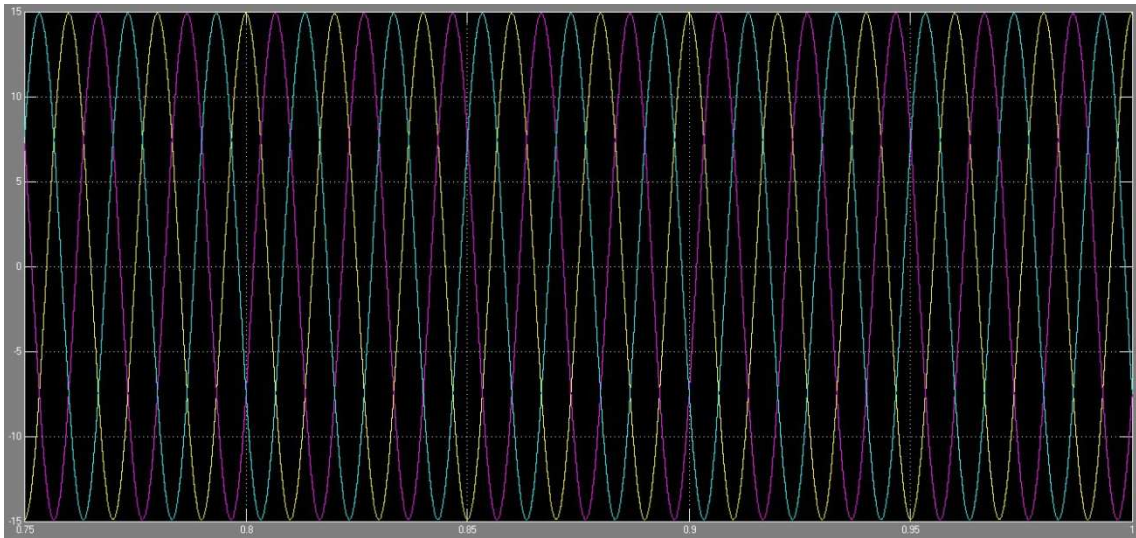


MEASUREMENTS :

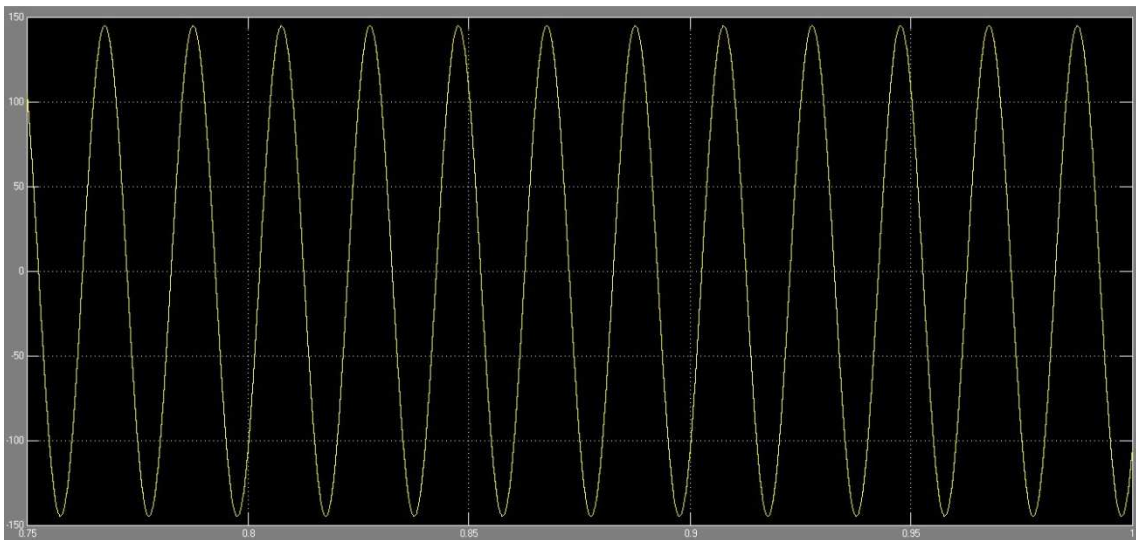
1:	'U Vca'	=	144.81 V	-46.94°
2:	'I Ib'	=	25.82 A	-120.00°
3:	'I Ia'	=	25.82 A	-0.00°
4:	'I Ic'	=	25.82 A	120.00°
5:	'Ib: RLa'	=	25.82 A	60.00°
6:	'Ib: RLb'	=	25.82 A	-60.00°
7:	'Ib: RLc'	=	25.82 A	180.00°
8:	'Ib: Rga'	=	14.90 A	90.00°
9:	'Ib: Rgb'	=	14.90 A	-30.00°
10:	'Ib: Rgc'	=	14.90 A	-150.00°
11:	'Ib: Za'	=	14.90 A	90.00°
12:	'Ib: Zb'	=	14.90 A	-30.00°
13:	'Ib: Zc'	=	14.90 A	-150.00°



Representación de las corrientes de línea resultantes



Representación de las corrientes en las cargas



Representación de la tensión $U_{bc'}$