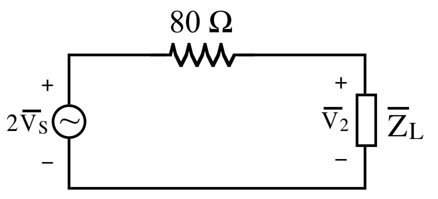
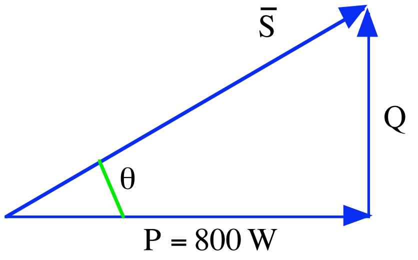
EC 2272
Análisis de Circuitos Eléctricos II
Solución del Segundo Parcial

1.- a) Podemos trasladar la fuente y la resistencia de 20 Ω al circuito del secundario:





$\theta = \arccos 0{,}8 = 36{,}87^\circ$

$Q = 800 \tan\theta = 600\ \text{VAR}$

$\bar{S} = 800 + j600\ \text{VA} = 1\ \underline{/36{,}87^\circ}\ \text{kVA}$

$$\bar{S} = \bar{V}_2.\bar{I}^* \qquad \Rightarrow \qquad \left|\bar{I}\right| = \frac{\left|\bar{S}\right|}{\left|\bar{V}_2\right|} = \frac{1000}{120} = 8{,}33\ \text{A}_{rms}$$

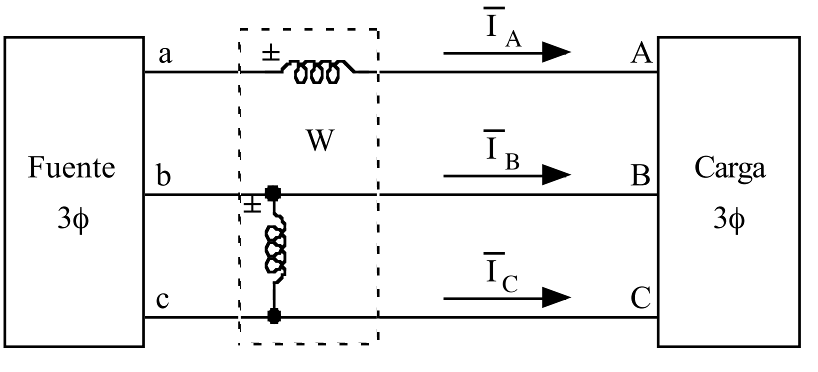
Puesto que el transformador ideal es un dispositivo pasivo sin pérdidas, la potencia entregada por la fuente será:

$$\boxed{P_S = \left|\bar{I}\right|^2.80 + 800 = 6{,}356\ \text{kW}}$$

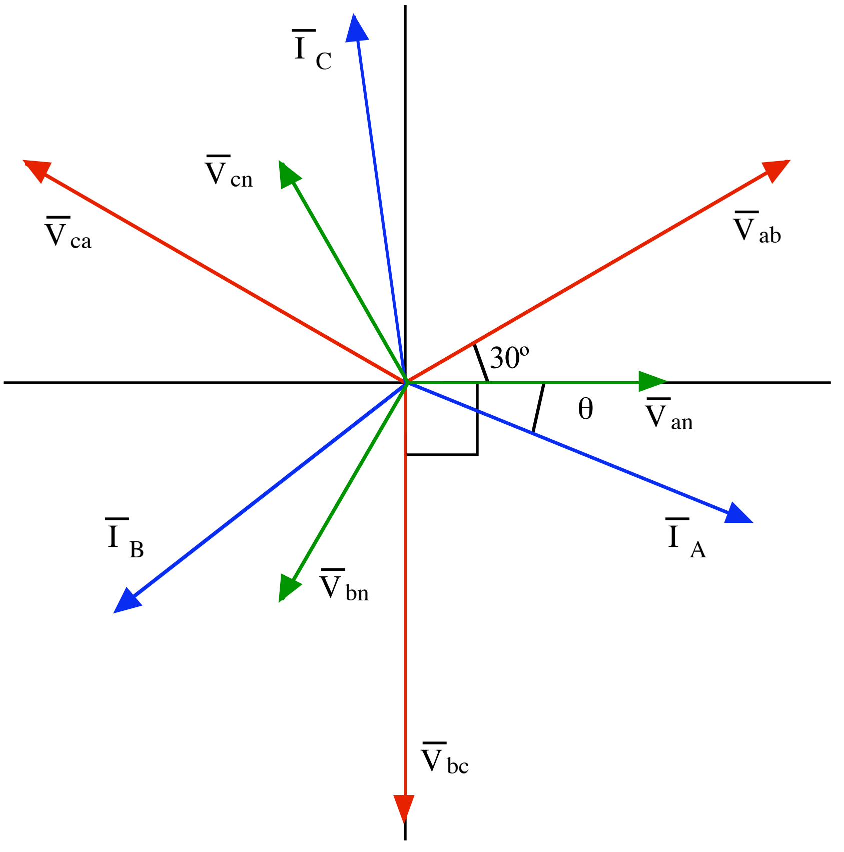
b) Se requiere una potencia reactiva $Q_C = -Q = -600\ \text{VAR}$.

$$Q_C = \frac{\left|\bar{V}\right|^2}{X_C} \quad \Rightarrow \quad X_C = \frac{\left|\bar{V}\right|^2}{Q_C} = -\frac{1}{2.\pi.f.C} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{-Q_C}{2\pi.f.\left|\bar{V}\right|^2} = \frac{600}{120.\pi.(120)^2}, \qquad \boxed{C = 110{,}5\ \mu\text{F}}$$

2.- a) El vatímetro da una lectura que depende del ángulo entre la tensión $\bar{V}_{bc}$ y la corriente $\bar{I}_A$.



Construímos el diagrama fasorial, tomando, por ejemplo, $\overline{V}_{an}$ como referencia de fase:



Las tensiones de línea y fase se dibujan con las relaciones de fase ya conocidas para la secuencia abc. Podemos suponer una conexión en estrella. Así, dado que la carga es inductiva, las corrientes de linea deben estar atrasadas respecto a los voltajes de fase en un ángulo igual al de la impedancia

Del diagrama, el ángulo entre $\overline{V}_{bc}$ e $\overline{I}_{aA}$ es $90-\theta$, luego:

$$\left|\overline{V}_{ab}\right|.\left|\overline{I}_{aA}\right|.\cos(90-\theta)=\left|\overline{V}_{ab}\right|.\left|\overline{I}_{aA}\right|.\mathrm{sen}(\theta)=2250\ \mathrm{W} \qquad \Rightarrow \qquad \theta=\mathrm{arc\ sen}\left(\frac{2250}{220.20}\right)=34{,}94^{\circ}.$$

La potencia aparente sobre una fase de la carga es $S_F=V_F.I_L=\frac{220}{\sqrt{3}}.20=2540{,}3\ \mathrm{VA}$, y la potencia compleja total será:

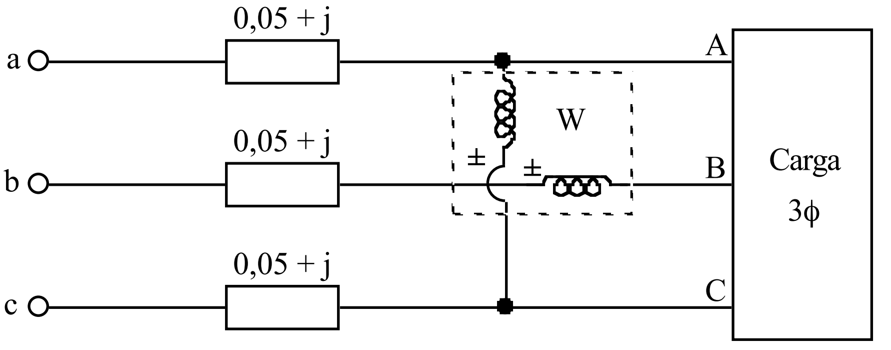
$$\boxed{\begin{gathered}\overline{S}_{3\phi}=3.S_F\ \underline{/\theta}=7{,}621\ \underline{/34{,}94^{\circ}}\ \mathrm{kVA}=(6{,}247+j4{,}365)\ \mathrm{kVA}\\ P_{3\phi}=\mathrm{Re}\{\overline{S}_{3\phi}\}=6{,}247\ \mathrm{kW}, \qquad Q_{3\phi}=\mathrm{Im}\{\overline{S}_{3\phi}\}=4{,}365\ \mathrm{kVAR}\end{gathered}}$$

Se llega al mismo resultado suponiendo una conexión en delta de la carga.

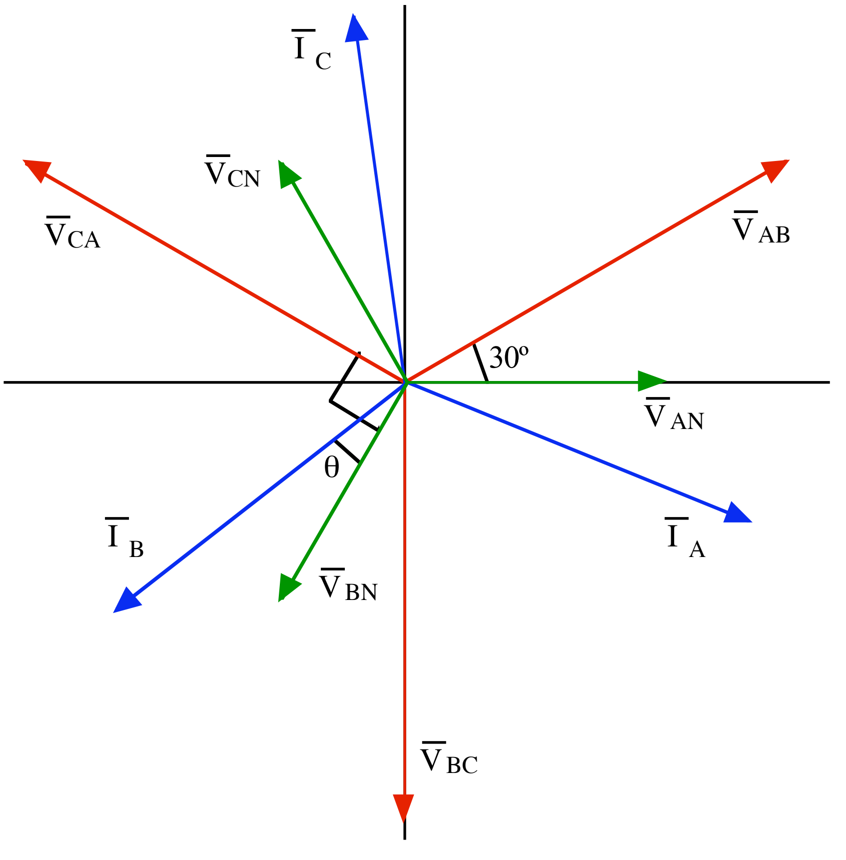
b) La impedancia en la conexión en estrella es:

$$\overline{Z}_Y=\frac{\overline{V}_{an}}{\overline{I}_{aA}}=\frac{\left(220/\sqrt{3}\right)\underline{/0^{\circ}}}{20\ \underline{/-34{,}94^{\circ}}}, \qquad \boxed{\overline{Z}_Y=\frac{11\sqrt{3}}{3}\ \underline{/34{,}94^{\circ}}=6{,}35\ \underline{/34{,}94^{\circ}}\ \Omega=(5{,}2+j3{,}64)\ \Omega}$$

3.- Con un f.p en atraso, la carga es inductiva. La lectura del vatímetro depende del ángulo entre $\overline{V}_{CA}$ e $\overline{I}_B$ (corriente en la linea bB).



Construímos el diagrama fasorial con las relaciones usuales para voltajes de linea y fase. Tomando $\overline{V}_{AN}$ como referencia de fase resulta:



Suponiendo una conexión estrella en la carga, las corrientes de linea deben estar atrasadas respecto a los voltajes de fase en un ángulo igual al de la impedancia. Luego, el ángulo entre $\overline{V}_{CA}$ e $\overline{I}_B$ es $90^\circ - \theta$, y la expresión para la potencia leída en el vatímetro será:

$$W = \left|\overline{V}_{CA}\right| . \left|\overline{I}_B\right| . \cos(90^\circ - \theta) = V_L . I_L . \operatorname{sen}(\theta) \qquad (1)$$

Conocemos la potencia aparente en la carga,

$$S_{3\phi} = 3.V_F . I_F = 3.\frac{V_L}{\sqrt{3}} . I_L = \sqrt{3}.V_L . I_L \qquad (2)$$

Comparando (1) y (2):

$$W = \frac{S_{3\phi}}{\sqrt{3}} . \operatorname{sen}(\theta) \qquad \Rightarrow \qquad \theta = \operatorname{arc\,sen}\left(\frac{\sqrt{3}.W}{S_{3\phi}}\right) = \operatorname{arc\,sen}\left(\frac{11\sqrt{3}}{22\sqrt{3}}\right) = 30^\circ$$

$$\boxed{P_{3\phi} = S_{3\phi}.\cos(30^o) = 33\ \text{kW}}$$

$$\boxed{P_{\text{pérdidas}} = (0{,}0454).P_{3\phi} = 1{,}5\ \text{kW}}$$

$$\boxed{\text{f.p.} = \cos(30^o) = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}866 \text{ en atraso}}$$

Además,

$$P_{\text{pérdidas}} = I_L^{\ 2}.3.R_{\text{linea}} \quad \Rightarrow \quad I_L = \sqrt{\frac{P_{\text{pérdidas}}}{3.R_{\text{linea}}}} = \sqrt{\frac{1500}{3.(0{,}05)}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{I_L = 100\ A_{rms}}$$

De (1):

$$V_L = \frac{W}{I_L.\text{sen}(30^o)} = \frac{11000}{100.0{,}5} \quad \Rightarrow \quad \boxed{V_L = 220\ V_{rms}}$$