# EC2111
# Sistemas Electrónicos Industriales I

Prof. Manuel Rivas

## CIRCUITOS EN CORRIENTE ALTERNA (III)

# Temario

- Circuitos monofásicos
- Circuitos trifásicos

# Circuitos Monofásicos

- Definición de la potencia entregada a una carga

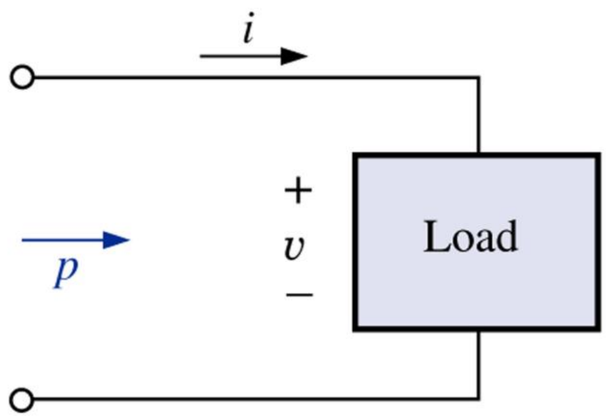
$$P = v \cdot i$$

$$v = V_m \mathrm{sen}(\omega t + \theta)$$

$$i = I_m \mathrm{sen}(\omega t)$$

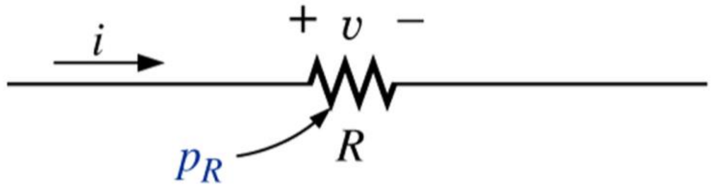
$$P = V_m \mathrm{sen}(\omega t + \theta) I_m \mathrm{sen}(\omega t)$$

$$P = VI\cos\theta(1 - \cos 2\omega t) + VI\mathrm{sen}\theta(\mathrm{sen} 2\omega t)$$



# Circuitos Monofásicos

- Definición de la potencia entregada a una carga puramente resistiva




$$P = VI\cos\theta(1-\cos 2\omega t) + VI\operatorname{sen}\theta(\operatorname{sen}2\omega t)$$

$$\theta = 0^{o}$$

$$P_R = VI\cos\theta(1-\cos 2\omega t)$$

$$P_R = VI\cos\theta - VI\cos\theta\cos 2\omega t$$

# Circuitos Monofásicos

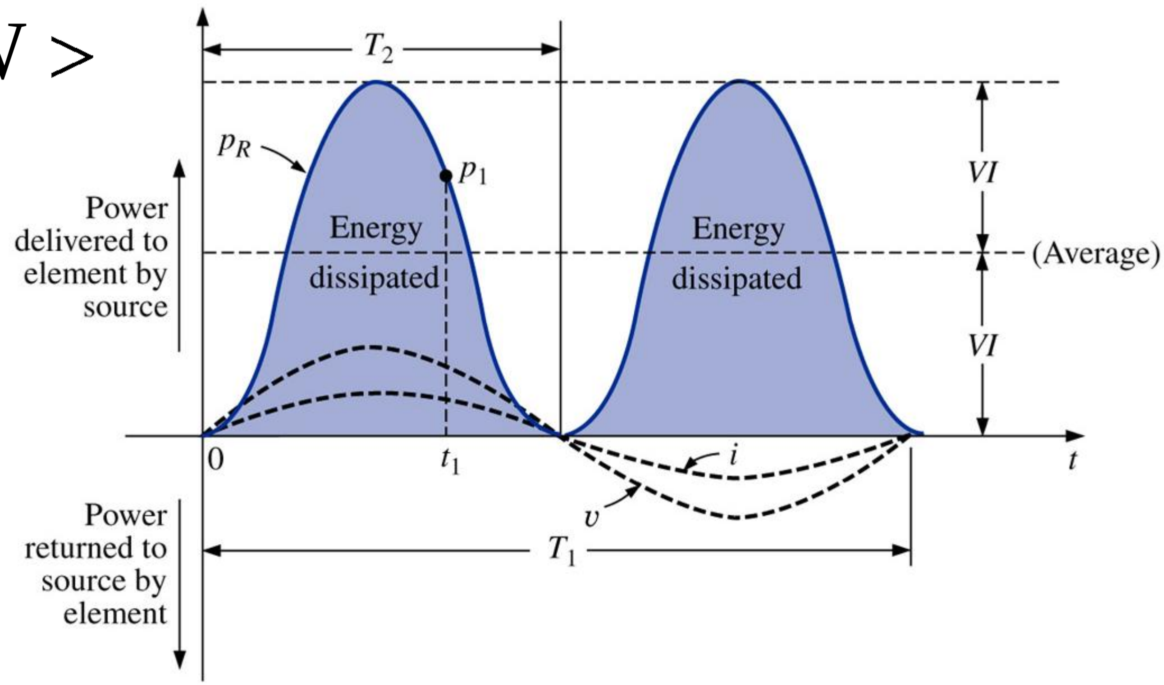
- Potencia en función del tiempo para una carga puramente resistiva

$$P_R = VI \langle W \rangle$$

$$P_R = \frac{V_m I_m}{2}$$

$$P_R = I^2 R$$

$$P_R = \frac{V^2}{R}$$



# Circuitos Monofásicos

- Definición de la potencia aparente para una carga

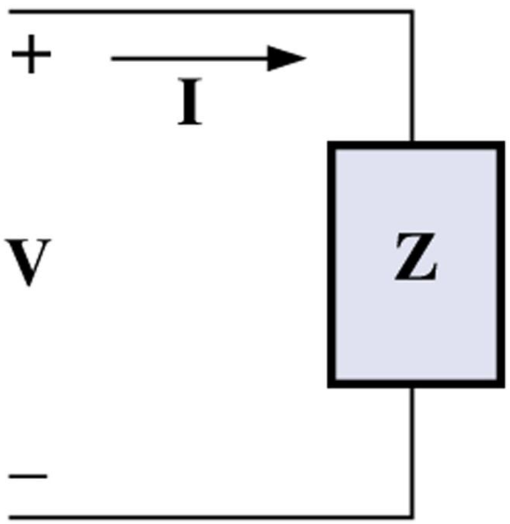
$$S = VI < VA >$$

$$S = I^2 Z = \frac{V^2}{Z}$$

$$P_R = VI$$

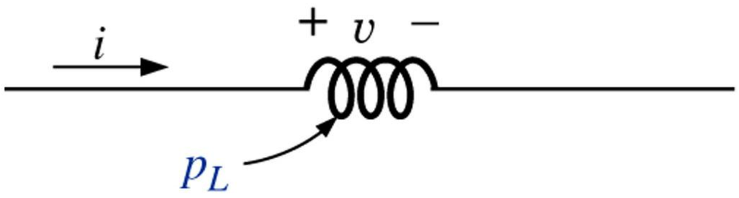
$$P_R = S\cos(\theta)$$

$$F_P = \frac{P_R}{S} = \cos(\theta)$$



# Circuitos Monofásicos

- Definición de la potencia entregada a una carga inductiva




$$P = VI\cos\theta(1-\cos 2\omega t) + VI\,\mathrm{sen}\,\theta(\mathrm{sen}\,2\omega t)$$

$$\theta = 90^{o}$$

$$P_L = VI\,\mathrm{sen}(2\omega t)$$

# Circuitos Monofásicos

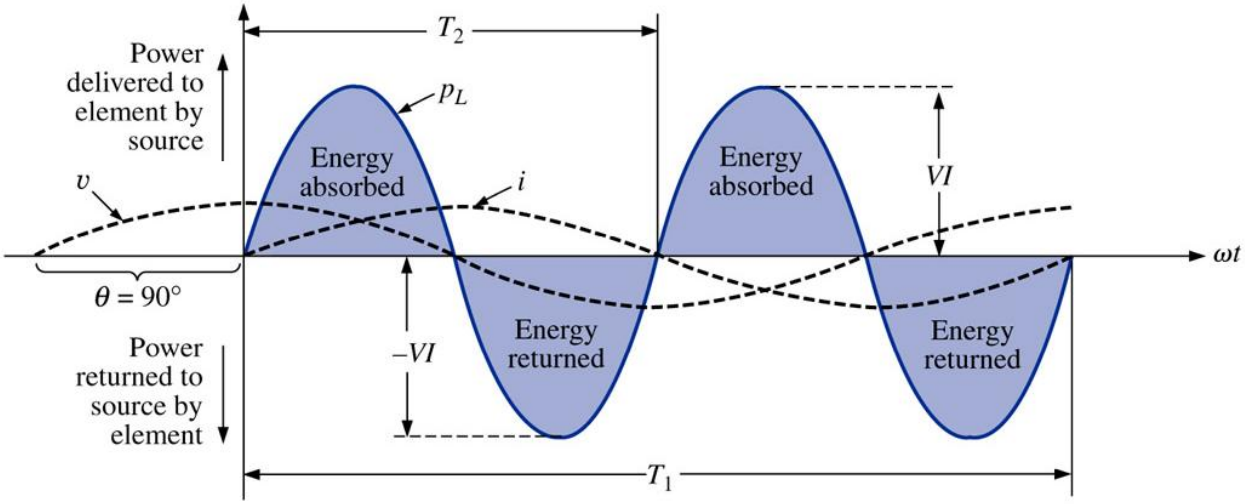
- Potencia en función del tiempo para una carga puramente inductiva

$$Q = VI\mathrm{sen}(\theta) < VAR >$$

$$Q_L = VI$$

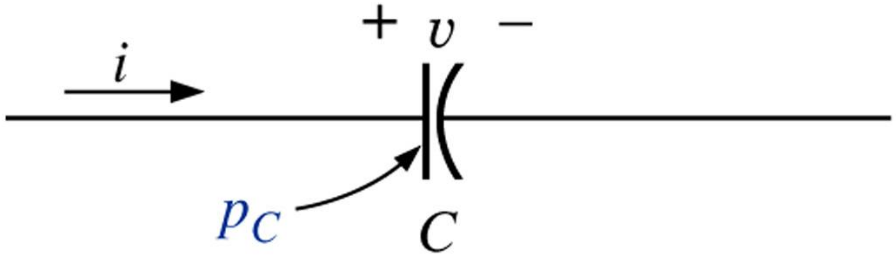
$$Q_L = I^2 X_L$$

$$Q_L = \frac{V^2}{X_L}$$



# Circuitos Monofásicos

- Definición de la potencia para una carga puramente capacitiva




$$P = VI\cos\theta(1-\cos 2\omega t) + VI\,\mathrm{sen}\,\theta(\mathrm{sen}\,2\omega t)$$

$$\theta = -90^{\circ}$$

$$P_C = -VI\,\mathrm{sen}(2\omega t)$$

# Circuitos Monofásicos

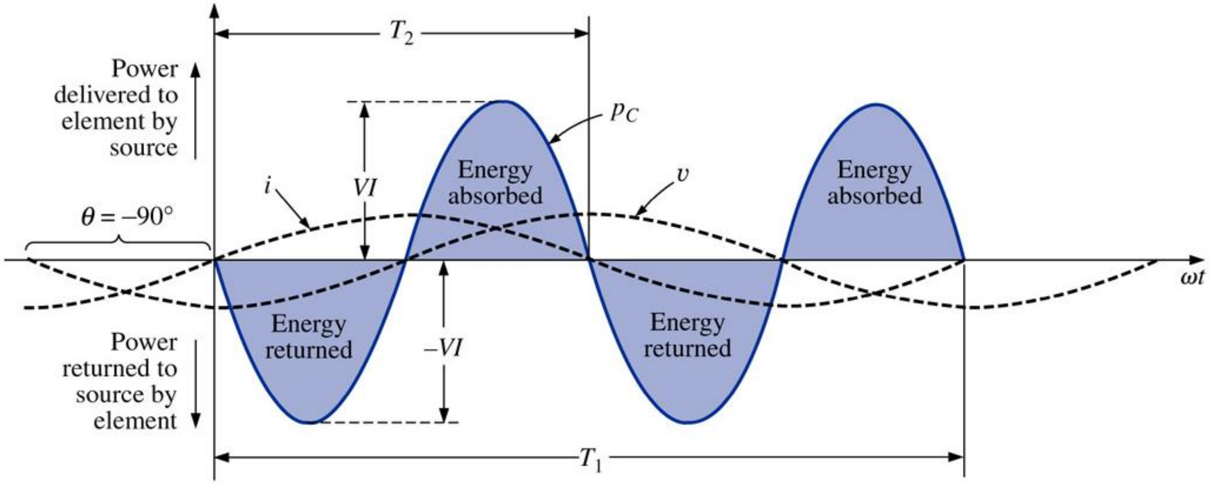
- Potencia en función del tiempo para una carga puramente capacitiva

$$Q = VI\,\mathrm{sen}(\theta) < VAR >$$

$$Q_C = VI$$

$$Q_C = I^2 X_C$$

$$Q_C = \frac{V^2}{X_C}$$



# Circuitos Monofásicos

- Triangulo de potencia para cargas puramente inductivas

$$\vec{S} = \vec{P} + \vec{Q}$$

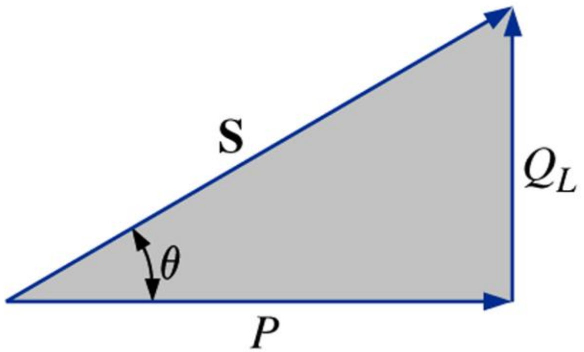
$$\vec{S} = P + jQ_L$$

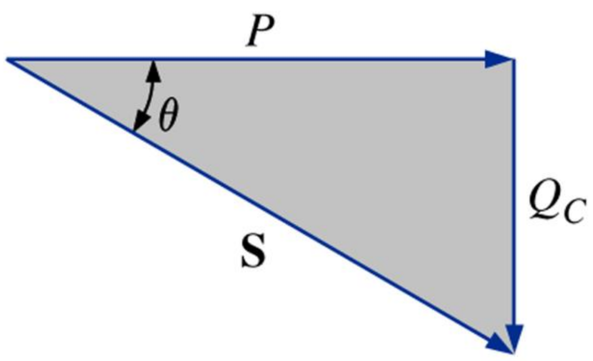
$$\vec{P} = P\angle 0^o$$

$$\vec{Q}_L = Q_L\angle 90^o$$

$$\vec{Q}_C = Q_C\angle -90^o$$

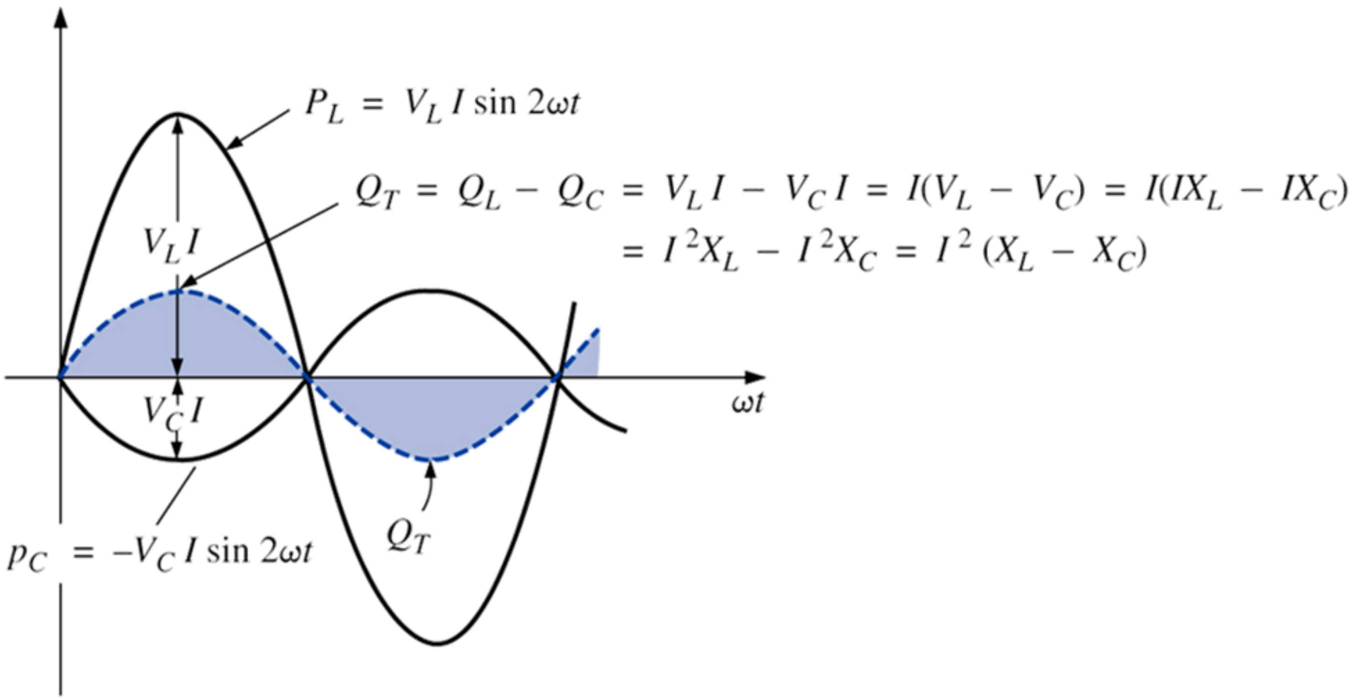
$$\vec{S} = P - jQ_C$$



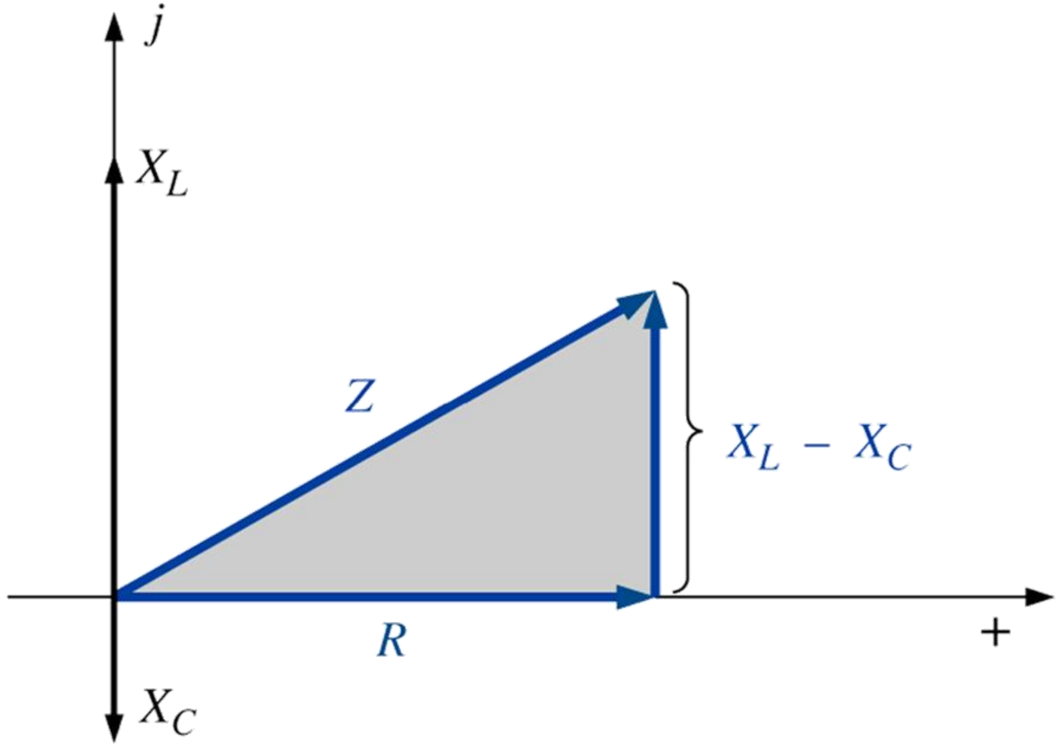
# Circuitos Monofásicos

- La potencia reactiva neta es la diferencia entre la proporcionada por los elementos inductivos y capacitivos



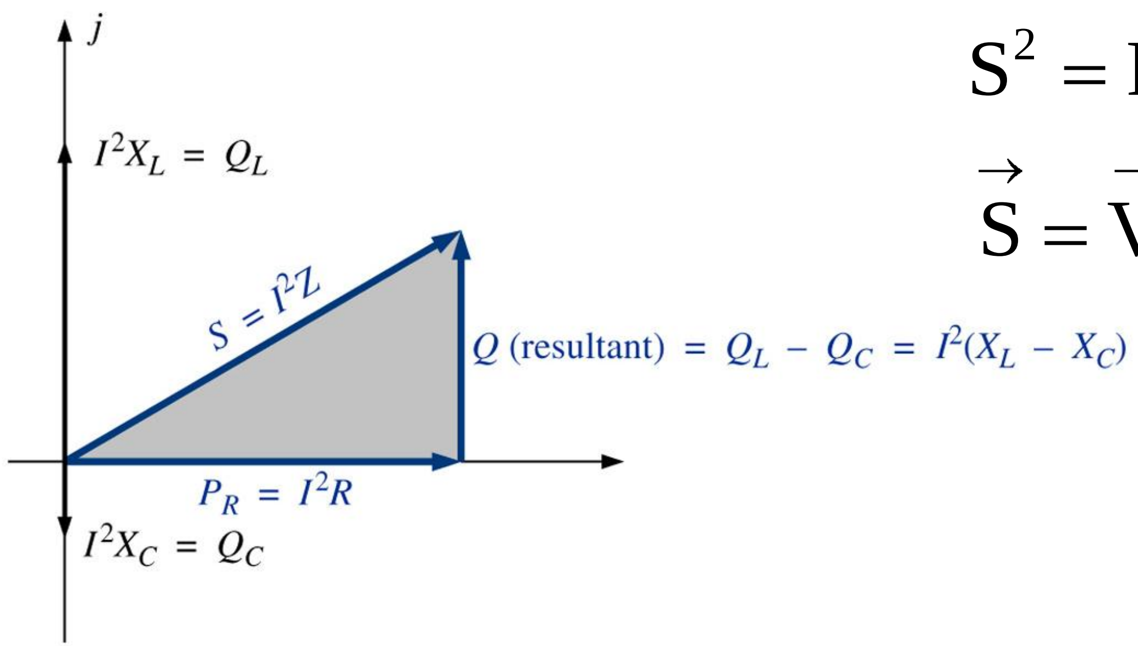
# Circuitos Monofásicos

- Diagrama de impedancias de un circuito RLC en serie



# Circuitos Monofásicos

- Triangulo de potencia resultante al multiplicar por $I^2$ cada impedancia de un circuito RLC en serie




$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$\vec{S} = \vec{V}\,\vec{I}^{\,*}$$

# Circuitos Monofásicos

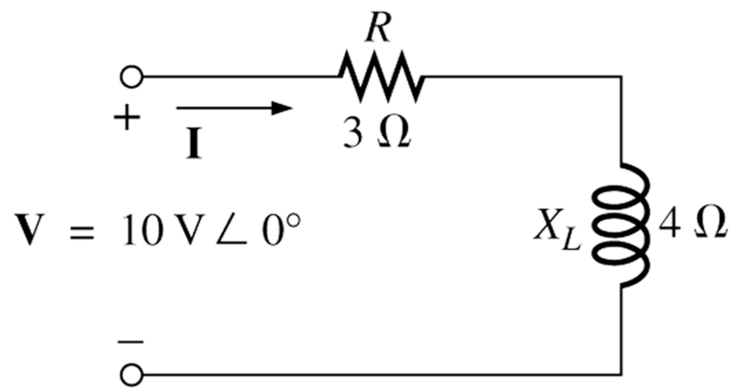
Para el circuito RL mostrado determine el valor de todas las potencias y dibuje el triangulo correspondiente

$$\vec{Z}_T = 3\Omega + j4\Omega$$

$$\vec{Z}_T = 5\Omega\angle 53.13^o$$

$$\vec{I} = \frac{\vec{V}}{\vec{Z}_T} = \frac{10V\angle 0^o}{5\Omega\angle 53.13^o}$$

$$\vec{I} = 2A\angle -53.13^o$$



# Circuitos Monofásicos

- El triangulo de potencia

$$P_R = I^2R = (2A)^2(5\Omega) = 12W$$

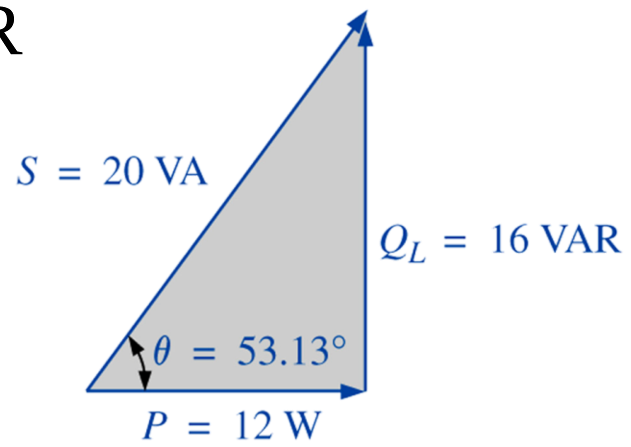
$$Q_L = I^2X_L = (2A)^2(4\Omega) = 16VAR$$

$$\vec{S} = P + jQ_L = 12W + j16VAR$$

$$\vec{S} = 20VA\angle 53.13^o$$

$$\vec{S} = \vec{V}\,\vec{I}^{\,*} = (10V\angle 0^o)(2A\angle +53.13^o)$$

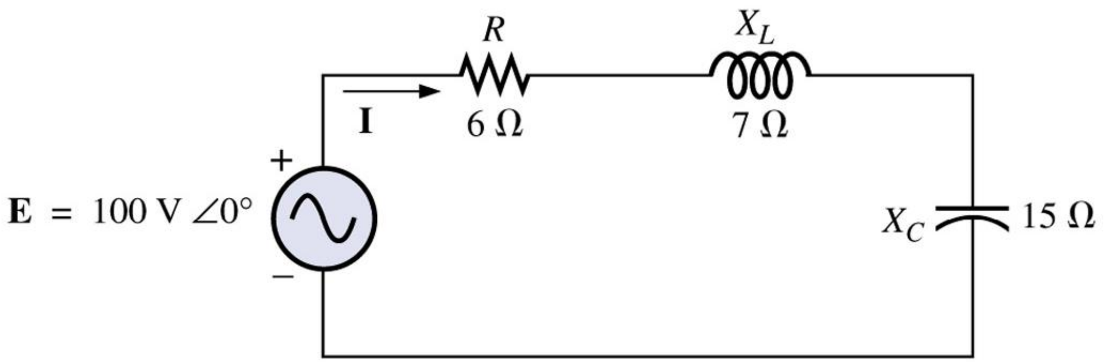
$$\vec{S} = 20VA\angle 53.13^o$$




$$F_P = \frac{P_R}{S} = 0.6$$

# Circuitos Monofásicos

Encuentre el número total de vatios, voltios-amperios reactivos, voltios-amperios y el factor de potencia del circuito mostrado. Dibuje el triangulo de potencia.




$$\vec{Z}_T = 6\Omega - j8\Omega \Rightarrow \vec{I} = \frac{\vec{E}}{\vec{Z}_T} = \frac{100\angle 0^o}{10\Omega\angle -53.13^o} = 10A\angle 53.13^o$$

# Circuitos Monofásicos

- Triangulo de potencia

$$\vec{V}_R = \vec{I}\,\vec{Z}_R = 60V\angle 53.13^o$$

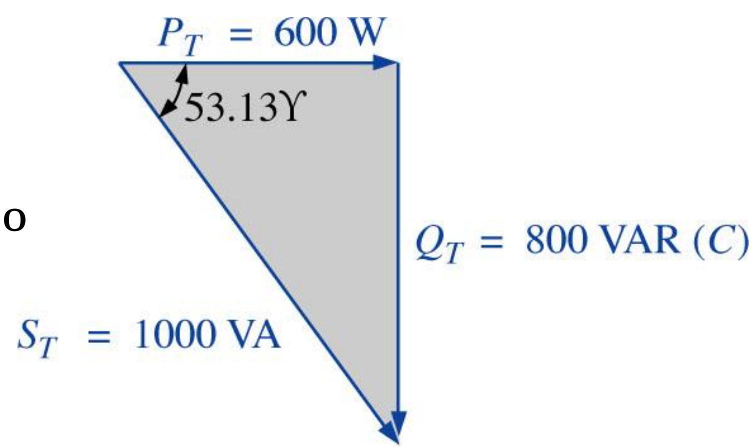
$$\vec{V}_C = \vec{I}\,\vec{Z}_C = 150V\angle -36.87^o$$

$$\vec{V}_L = \vec{I}\,\vec{Z}_L = 70V\angle 143.13^o$$

$$P_T = EI\cos\theta = 600W$$

$$Q_T = EI\,sen\theta = 800VAR$$

$$S_T = EI = 1000VA$$




$$F_P = \frac{P_T}{S_T} = \frac{600\ W}{1000\ VA} = 0.6$$

# Circuitos Monofásicos

- Triangulo de potencia

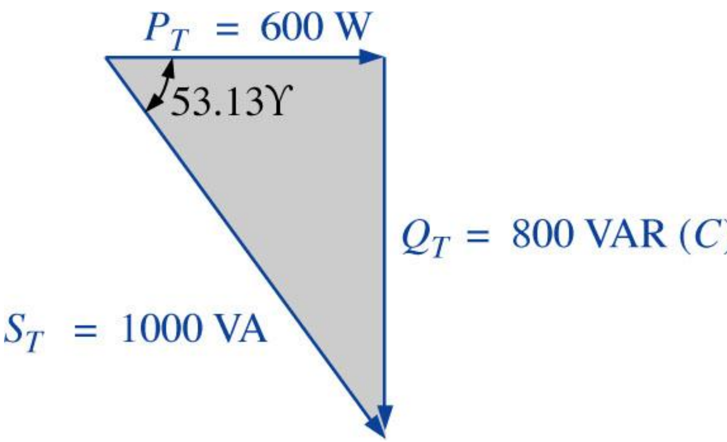
$$P_T = I^2 R = 600W$$

$$P_T = \frac{V_R^2}{R} = 600W$$

$$Q_T = Q_C - Q_L$$

$$Q_T = I^2 (X_C - X_L) = 800VAR$$

$$Q_T = \frac{V_C^2}{X_C} - \frac{V_L^2}{X_L} = 800VAR$$

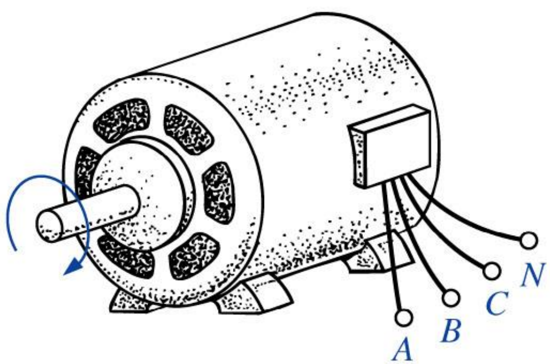


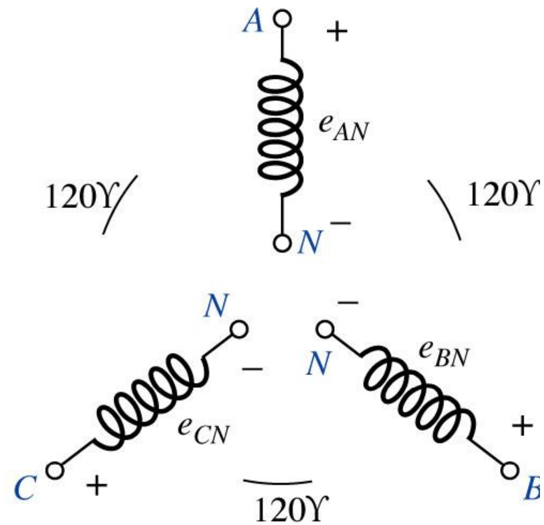

$$S_T = I^2 Z_T = 1000VA$$

$$S_T = \frac{V^2}{Z_T} = 1000VA$$

# Circuitos Trifásicos

- Generador trifásico y sus voltajes inducidos



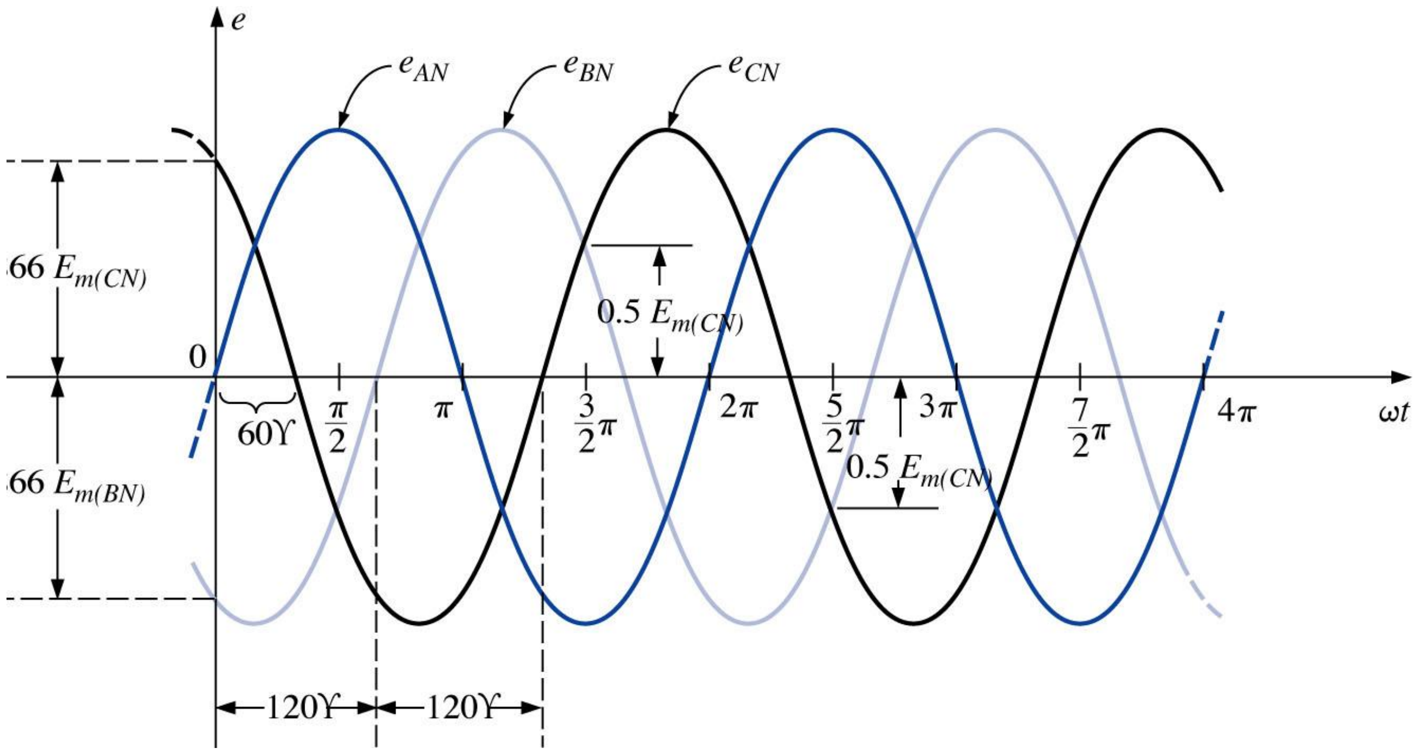

$$e_{AN} = E_{m(AN)}\,\text{sen}(\omega t)$$

$$e_{BN} = E_{m(BN)}\,\text{sen}(\omega t - 120^{o})$$

$$e_{CN} = E_{m(CN)}\,\text{sen}(\omega t - 240^{o})$$

# Circuitos Trifásicos

- Fases de los voltajes de un generador trifásico



# Circuitos Trifásicos

- Diagrama fasorial para los voltajes de un generador trifásico

$$E_{AN} = 0.707E_{m(AN)}$$

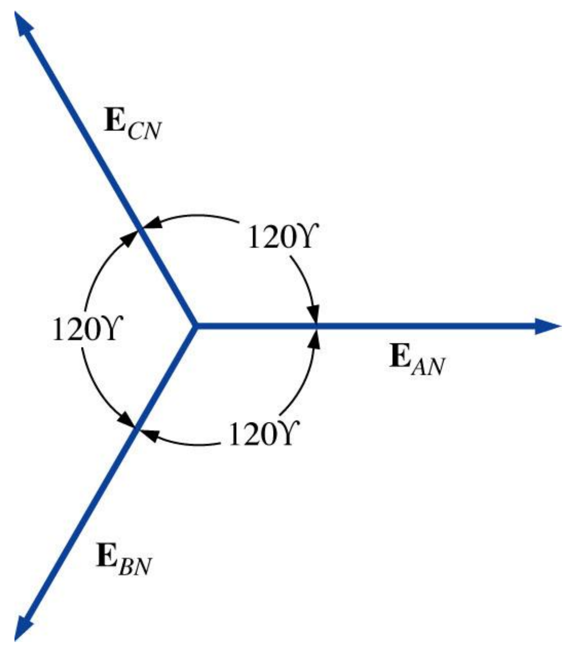
$$E_{BN} = 0.707E_{m(BN)}$$

$$E_{CN} = 0.707E_{m(CN)}$$

$$\vec{E}_{AN} = E_{AN}\angle 0^{o}$$

$$\vec{E}_{BN} = E_{BN}\angle 120^{o}$$

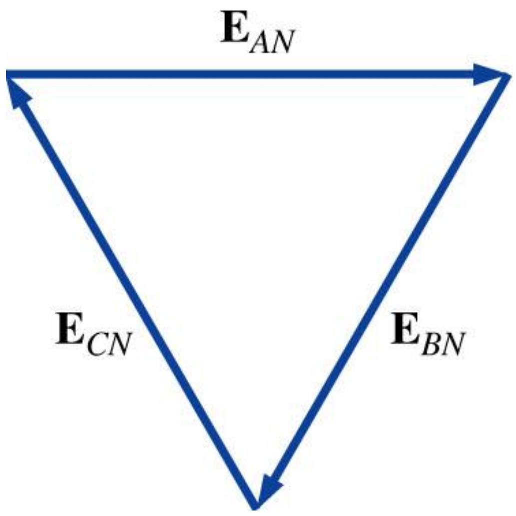
$$\vec{E}_{CN} = E_{CN}\angle 240^{o} = E_{CN}\angle -120^{o}$$



# Circuitos Trifásicos

- La suma vectorial de los voltajes de un generador trifásico es cero

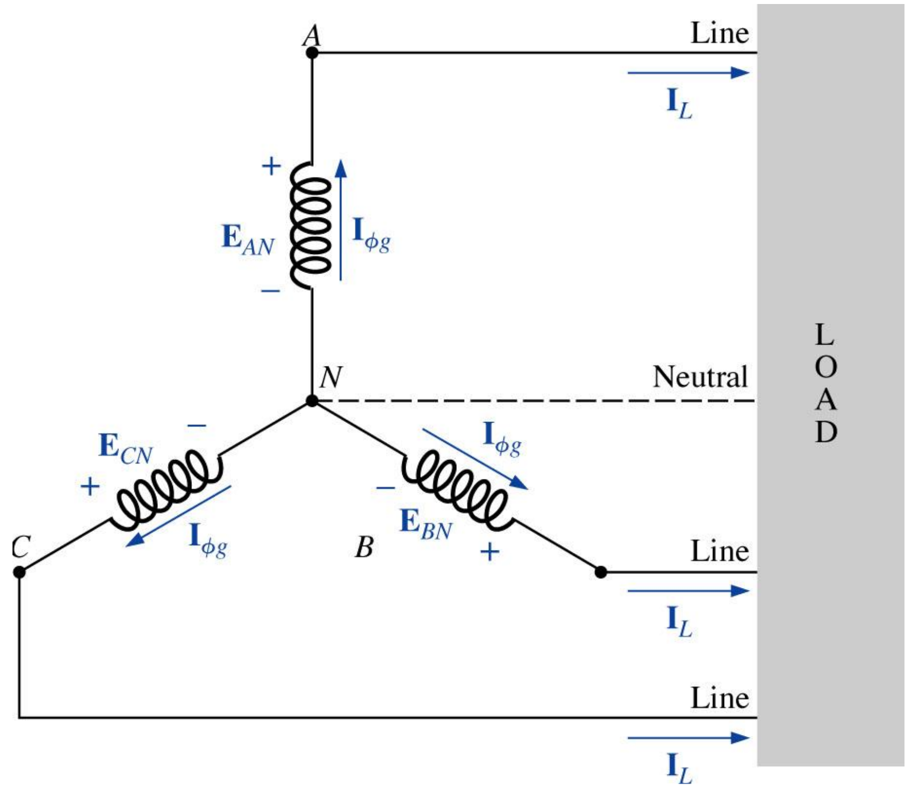
$$\vec{E}_{AN} + \vec{E}_{BN} + \vec{E}_{CN} = 0$$



# Circuitos Trifásicos

- Generador conectado en Y. Cada fase actúa como si fuese un generador monofásico (fuente de voltaje alterno) independiente

$$\vec{I}_L = \vec{I}_{\varphi g}$$

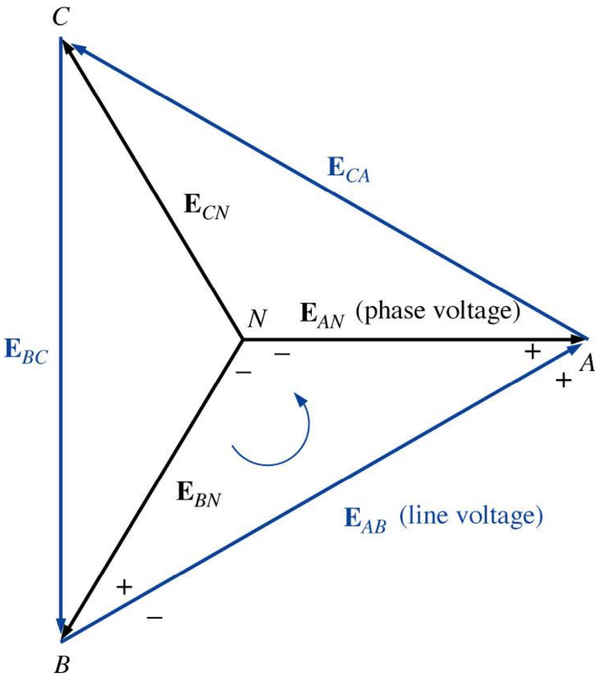


# Circuitos Trifásicos

- Voltajes de línea y de fase de un generador trifásico conectado en Y. Aplicando la Ley de Kirchhoff de Voltaje se tiene:

$$\vec{E}_{AB} - \vec{E}_{AN} + \vec{E}_{BN} = 0$$

$$\vec{E}_{AB} = \vec{E}_{AN} - \vec{E}_{BN}$$



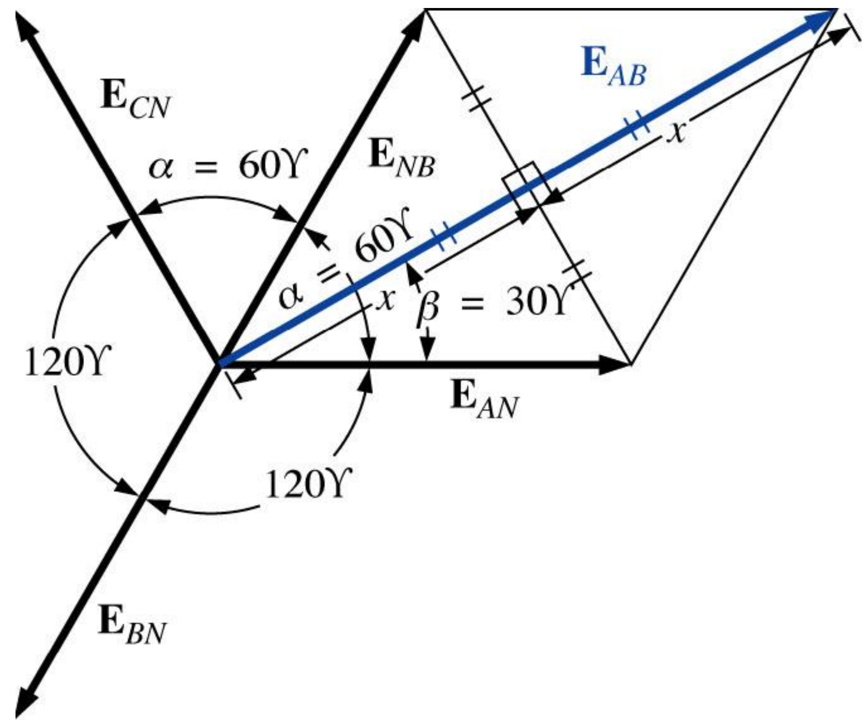
# Circuitos Trifásicos

- Determinación del voltaje de línea para un generador trifásico

$$x = E_{AN}\cos(30^o)$$

$$x = \frac{\sqrt{3}}{2}E_{AN}$$

$$E_{AB} = 2x = \sqrt{3}E_{AN}$$



# Circuitos Trifásicos

- La magnitud del voltaje de línea de un generador trifásico conectado en Y es $\sqrt{3}$ multiplicado por el voltaje de fase

$$\theta = \beta = 30^{o}$$

$$\vec{E}_{AB} = E_{AB}\angle 30^{o} = \sqrt{3}E_{AN}\angle 30^{o}$$

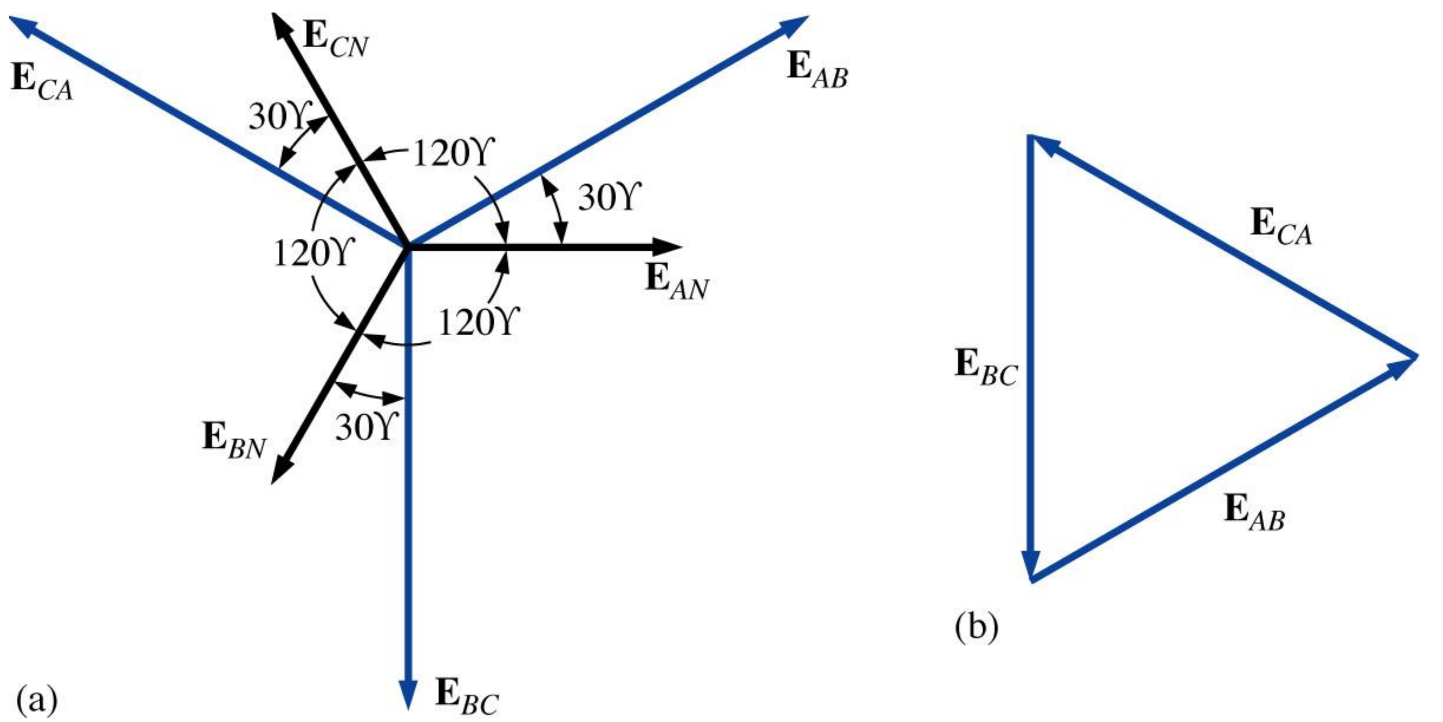
$$\vec{E}_{CA} = E_{CA}\angle 150^{o} = \sqrt{3}E_{CN}\angle 150^{o}$$

$$\vec{E}_{BC} = E_{BC}\angle 270^{o} = \sqrt{3}E_{BN}\angle 270^{o}$$

$$\vec{E}_{L} = \sqrt{3}\,\vec{E}_{\phi}$$

# Circuitos Trifásicos

- Diagrama fasorial de los voltajes de línea y de fase de un generador trifásico



# Circuitos Trifásicos

- Si utilizamos la notación senoidal, se tiene que:

$$e_{AB} = \sqrt{3}E_{AB}\operatorname{sen}(\omega t + 30^{o})$$

$$e_{CA} = \sqrt{3}E_{CA}\operatorname{sen}(\omega t + 150^{o})$$

$$e_{BC} = \sqrt{3}E_{BC}\operatorname{sen}(\omega t + 270^{o})$$

$$\vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC} + \vec{E}_{CA} = 0$$

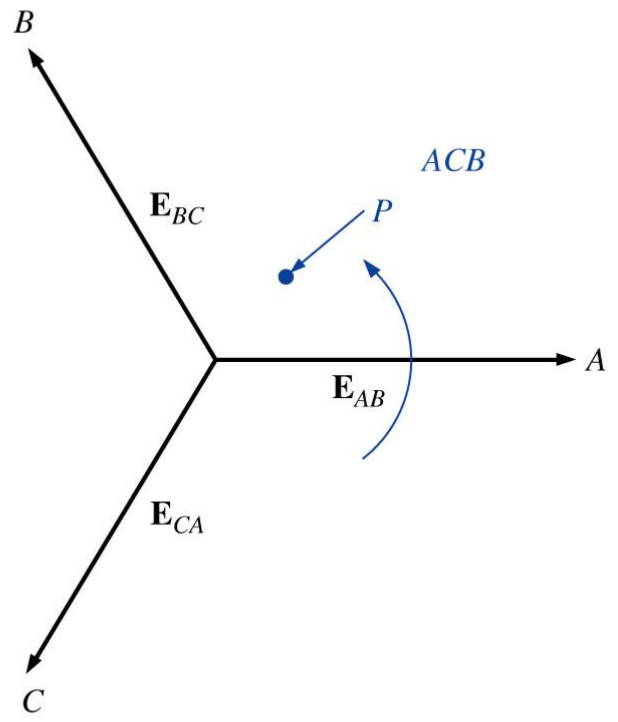
# Circuitos Trifásicos

- Diagrama fasorial para la secuencia de fase tomando como referencia $E_{AB}$

$$\vec{E}_{AB} = E_{AB}\angle 0^o$$

$$\vec{E}_{CA} = E_{CA}\angle -120^o$$

$$\vec{E}_{BC} = E_{BC}\angle +120^o$$



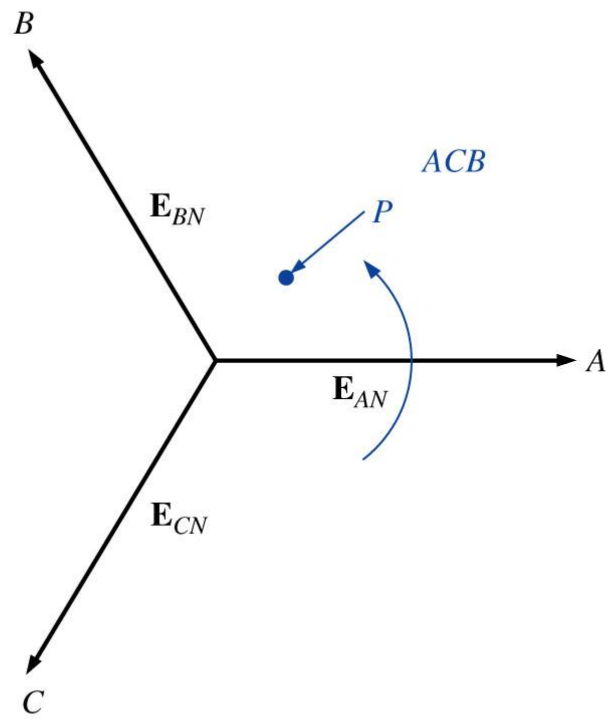
# Circuitos Trifásicos

- Diagrama fasorial para la secuencia de fase tomando como referencia $E_{AN}$

$$\vec{E}_{AN} = E_{AN}\angle 0^{o}$$

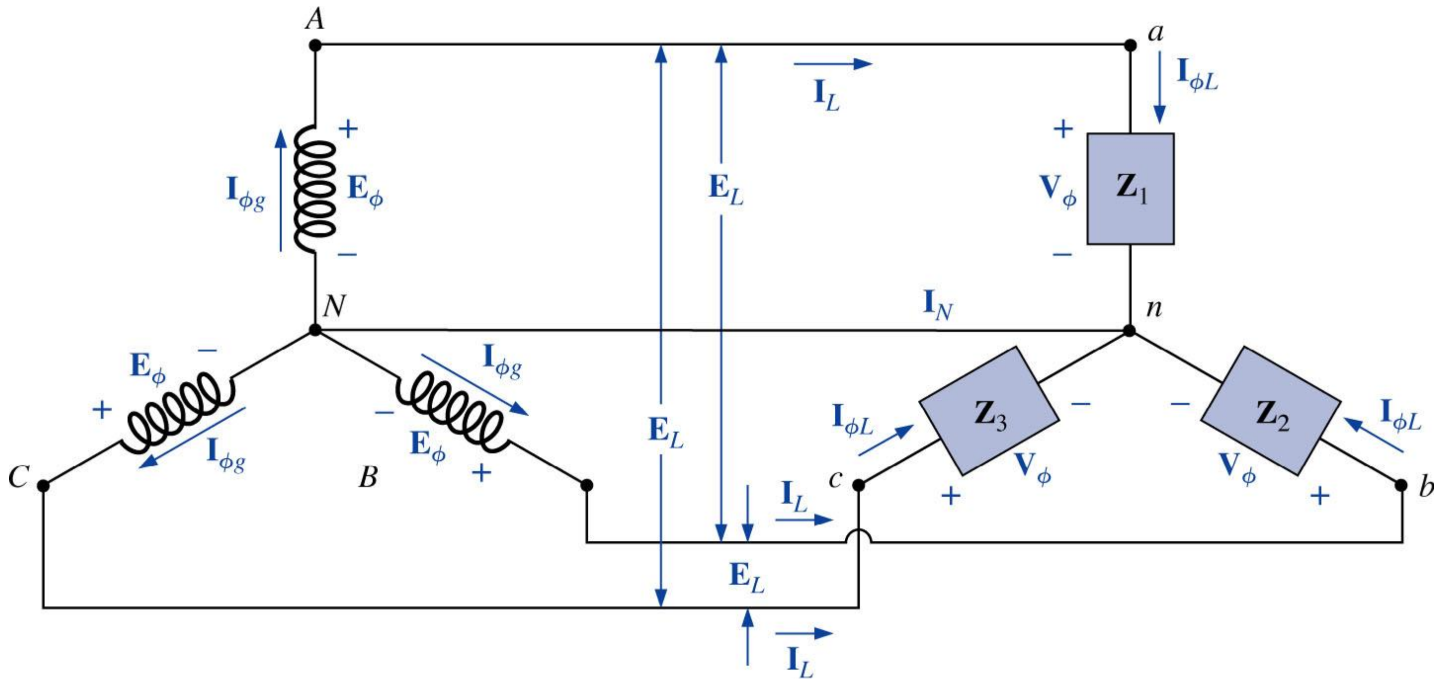
$$\vec{E}_{CN} = E_{CN}\angle -120^{o}$$

$$\vec{E}_{BN} = E_{BN}\angle +120^{o}$$



# Circuitos Trifásicos

- Generador conectado en Y con una carga balanceada conectada en Y



# Circuitos Trifásicos

- Las ecuaciones del sistema de 4 hilos conectado en Y-Y son:

$$\vec{Z}_1 = \vec{Z}_2 = \vec{Z}_3$$

$$\vec{I}_{\phi g} = \vec{I}_L = \vec{I}_{\phi L}$$

$$\vec{V}_{\phi} = \vec{E}_{\phi}$$

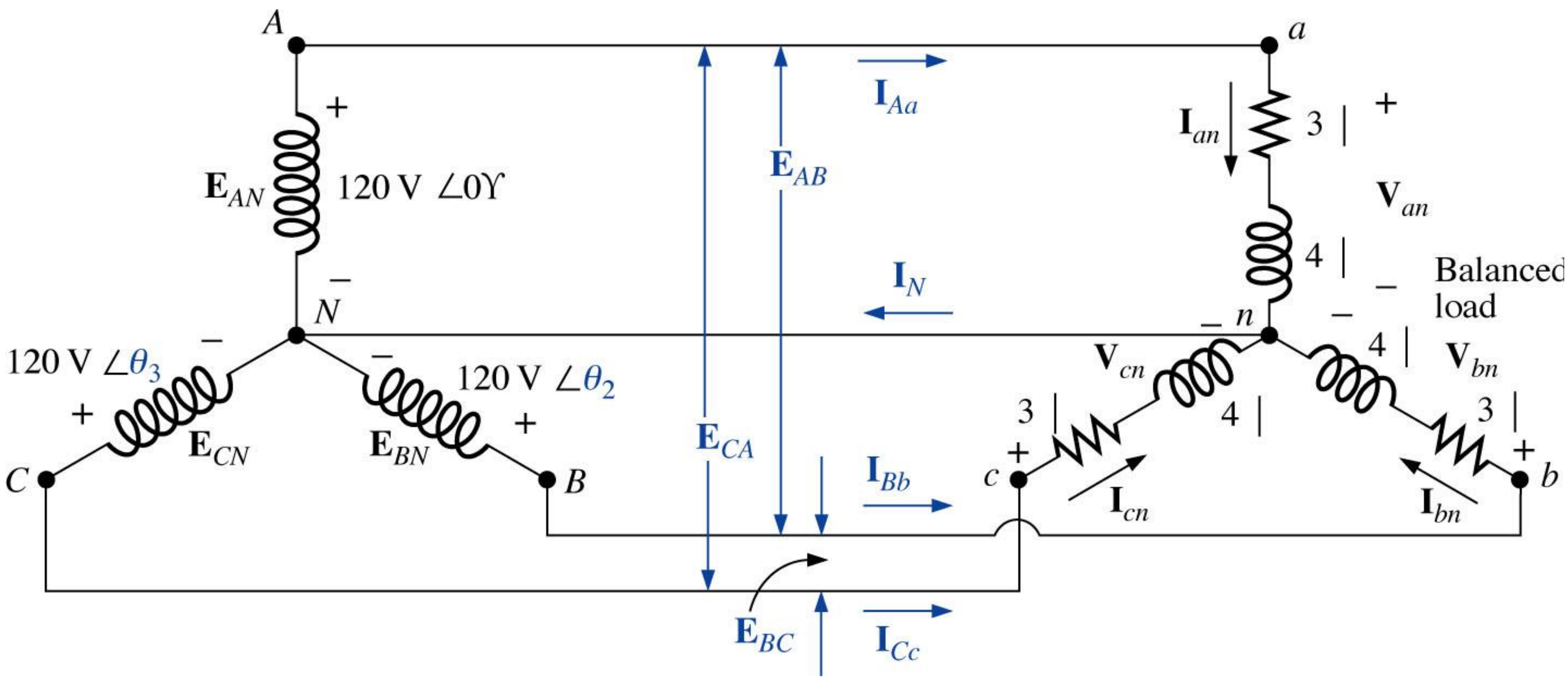
$$E_L = \sqrt{3} V_{\phi}$$

# Circuitos Trifásicos

La secuencia de fase del generador conectado en Y mostrado es ABC. Determine los ángulos de fase $\theta_2$ y $\theta_3$. Calcule la magnitud de los voltajes de línea. Determine las corrientes de línea. Compruebe que debido a que la carga está balanceada, $I_N=0$

# Circuitos Trifásicos

## Generador conectado en Y



# Circuitos Trifásicos

- Para una secuencia ABC se tiene que:

$$\theta_2 = -120^o$$

$$\theta_3 = +120^o$$

$$E_L = \sqrt{3}E_\phi = (1.73)(120V) = 208V$$

$$E_{AB} = E_{AC} = E_{BC} = 208V$$

$$\vec{V}_L = \vec{E}_\phi \Rightarrow \vec{V}_{ab} = \vec{E}_{AB} \quad \vec{V}_{ca} = \vec{E}_{CA} \quad \vec{V}_{bc} = \vec{E}_{BC}$$

$$\vec{I}_{ab} = \frac{\vec{V}_{ab}}{\vec{Z}_{ab}} = \frac{120V\angle 0^o}{5\Omega\angle 53.13^o} = 24A\angle -53.13^o$$

# Circuitos Trifásicos

- Para una secuencia ABC se tiene que:

$$\vec{I}_{bc} = \frac{\vec{V}_{bc}}{\vec{Z}_{bc}} = \frac{120V\angle -120^{o}}{5\Omega\angle 53.13^{o}} = 24A\angle -173.13^{o}$$

$$\vec{I}_{ac} = \frac{\vec{V}_{ac}}{\vec{Z}_{ac}} = \frac{120V\angle +120^{o}}{5\Omega\angle 53.13^{o}} = 24A\angle 66.87^{o}$$

$$\vec{I}_{L} = \vec{I}_{\phi L}$$

# Circuitos Trifásicos

- Para una secuencia ABC se tiene que:

$$\vec{I}_{Aa} = \vec{I}_{ab} = 24A\angle -53.13^{o}$$

$$\vec{I}_{Bb} = \vec{I}_{bc} = 24A\angle -173.13^{o}$$

$$\vec{I}_{Cc} = \vec{I}_{ca} = 24A\angle +66.87^{o}$$

$$\vec{I}_{N} = \vec{I}_{Aa} + \vec{I}_{Bb} + \vec{I}_{Cc}$$

# Circuitos Trifásicos

- Para una secuencia ABC se tiene que:

$$\vec{I}_{Aa} = 24A\angle -53.13^{o} \quad \Rightarrow +14.40A - j19.20A$$

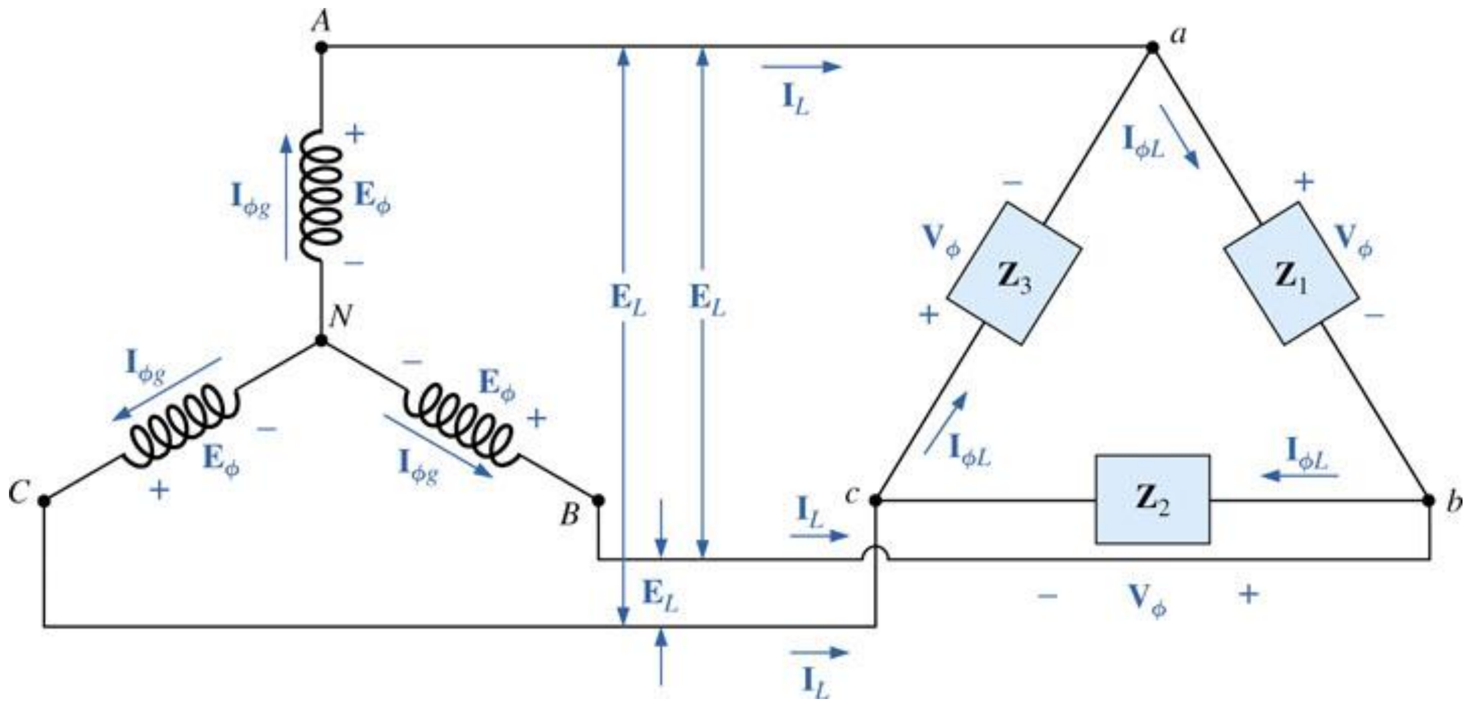
$$\vec{I}_{Bb} = 24A\angle -173.13^{o} \quad \Rightarrow -23.83A - j2.87A$$

$$\vec{I}_{Cc} = 24A\angle +66.87^{o} \quad \Rightarrow \underline{+9.43A + j22.07A}$$

$$\vec{I}_{Aa} + \vec{I}_{Bb} + \vec{I}_{Cc} = 0 \quad \Rightarrow \quad 0A + j0A$$

# Circuitos Trifásicos

- Generador conectado en Y con una carga conectada en Δ (revisar original)



# Circuitos Trifásicos

- Las ecuaciones del sistema conectado en Y-Δ con carga balanceada son las siguientes:

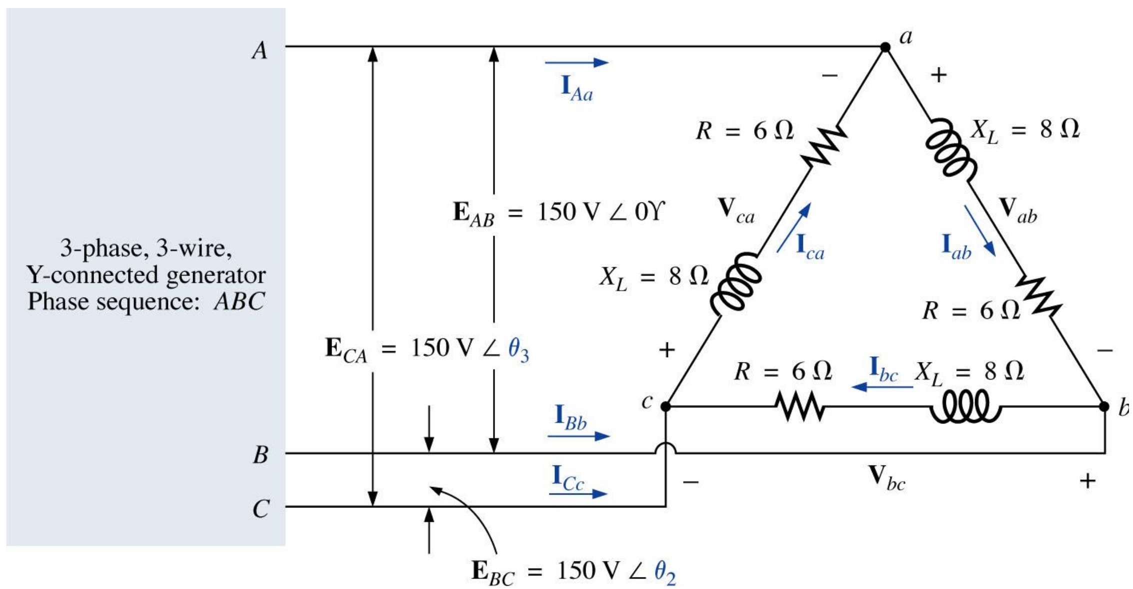
$$\vec{Z}_1 = \vec{Z}_2 = \vec{Z}_3$$

$$\vec{V}_\phi = \vec{E}_L$$

$$\vec{I}_L = \sqrt{3}\,\vec{I}_\phi$$

# Circuitos Trifásicos

Para el circuito trifásico mostrado, determine los ángulos de fase $\theta_2$ y $\theta_3$. Defina la corriente de cada una de las fases de la carga. Calcule la magnitud de las corrientes de línea.



# Circuitos Trifásicos

- Para una secuencia ABC se tiene que:

$$\theta_2 = -120^{o} \qquad \theta_3 = +120^{o}$$

$$\vec{V}_{\phi} = \vec{E}_{L} \Rightarrow \vec{V}_{ab} = \vec{E}_{AB} \quad \vec{V}_{ca} = \vec{E}_{CA} \quad \vec{V}_{bc} = \vec{E}_{BC}$$

$$\vec{I}_{ab} = \frac{\vec{V}_{ab}}{\vec{Z}_{ab}} = \frac{150V\angle 0^{o}}{10\Omega\angle 53.13^{o}} = 15A\angle -53.13^{o}$$

$$\vec{I}_{bc} = \frac{\vec{V}_{bc}}{\vec{Z}_{bc}} = \frac{150V\angle -120^{o}}{10\Omega\angle 53.13^{o}} = 15A\angle -173.13^{o}$$

# Circuitos Trifásicos

- Continuando con la solución:

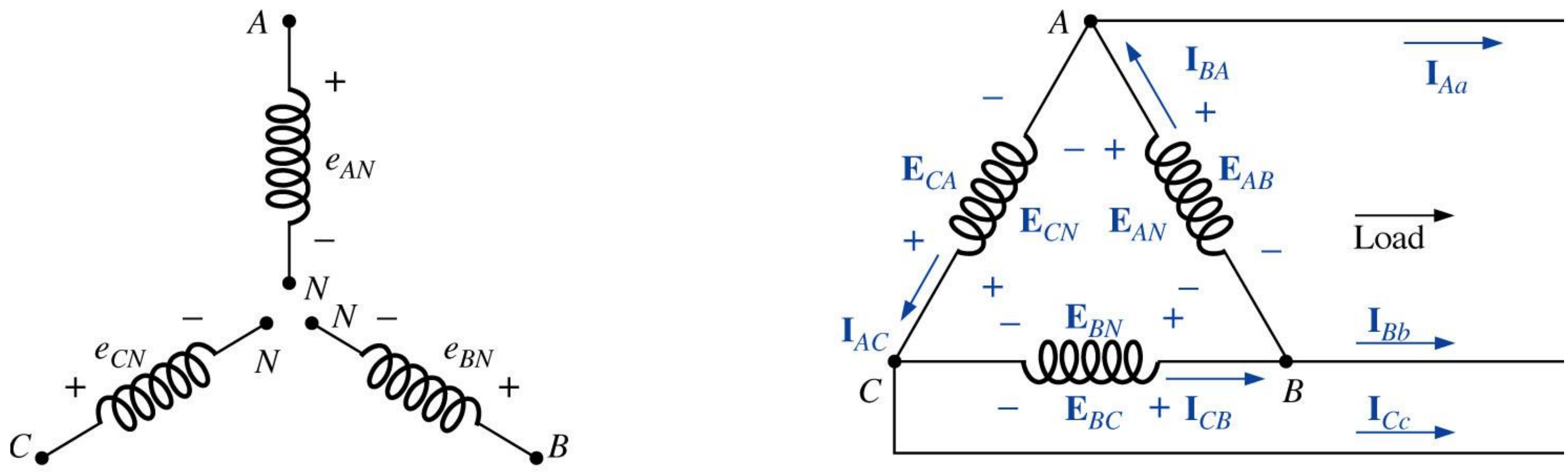
$$\vec{I}_{ca} = \frac{\vec{V}_{ca}}{\vec{Z}_{ca}} = \frac{150V\angle 120^o}{10\Omega\angle 53.13^o} = 15A\angle 66.87^o$$

$$I_L = \sqrt{3}I_\phi \Rightarrow I_L = \sqrt{3}\left(15A\right)$$

$$I_L = 25.95A \Rightarrow I_{Ac} = I_{Bb} = I_{Cc} = 25.95A$$

# Circuitos Trifásicos

- Generador trifásico conectado en Δ




(a) (b)

$$\vec{E}_{AB} = \vec{E}_{AN} \qquad e_{AN} = \sqrt{3}E_{AN}\,\mathrm{sen}(\omega t)$$

$$\vec{E}_{L} = \vec{E}_{\phi} \qquad \vec{E}_{BC} = \vec{E}_{BN} \qquad e_{BN} = \sqrt{3}E_{BN}\,\mathrm{sen}(\omega t - 120^{o})$$

$$\vec{E}_{CA} = \vec{E}_{CN} \qquad e_{CN} = \sqrt{3}E_{CN}\,\mathrm{sen}(\omega t + 120^{o})$$

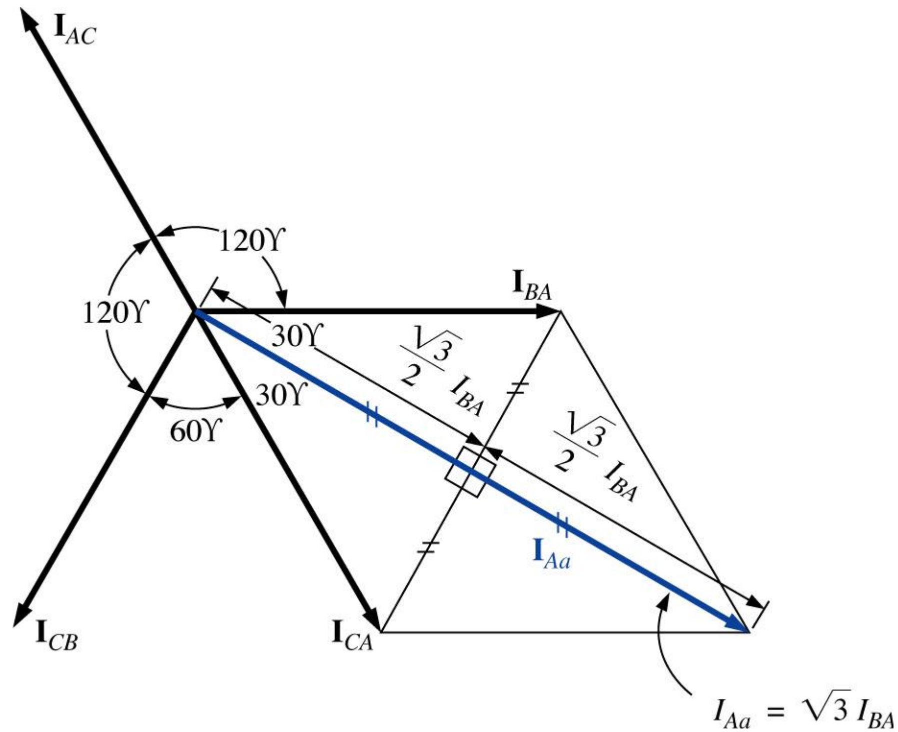
# Circuitos Trifásicos

- Determinación de la corriente de línea a partir de las corrientes de fase de un generador trifásico conectado en Δ

$$\vec{I}_{BA} = \vec{I}_{Aa} + \vec{I}_{AC}$$

$$\vec{I}_{Aa} = \vec{I}_{BA} - \vec{I}_{AC}$$

$$\vec{I}_{Aa} = \vec{I}_{BA} + \vec{I}_{CA}$$



# Circuitos Trifásicos

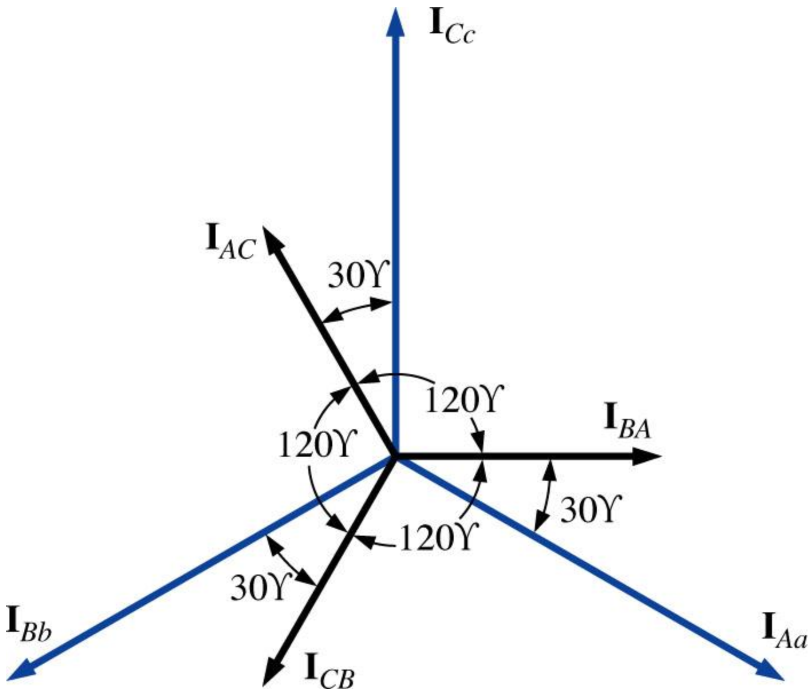
- Diagrama fasorial de un generador trifásico conectado en Δ

$$I_{Aa} = \sqrt{3} I_{BA} \angle -30^{o}$$

$$I_{Bb} = \sqrt{3} I_{CA} \angle -150^{o}$$

$$I_{Cc} = \sqrt{3} I_{AC} \angle 90^{o}$$

$$I_{L} = \sqrt{3} I_{\phi g}$$



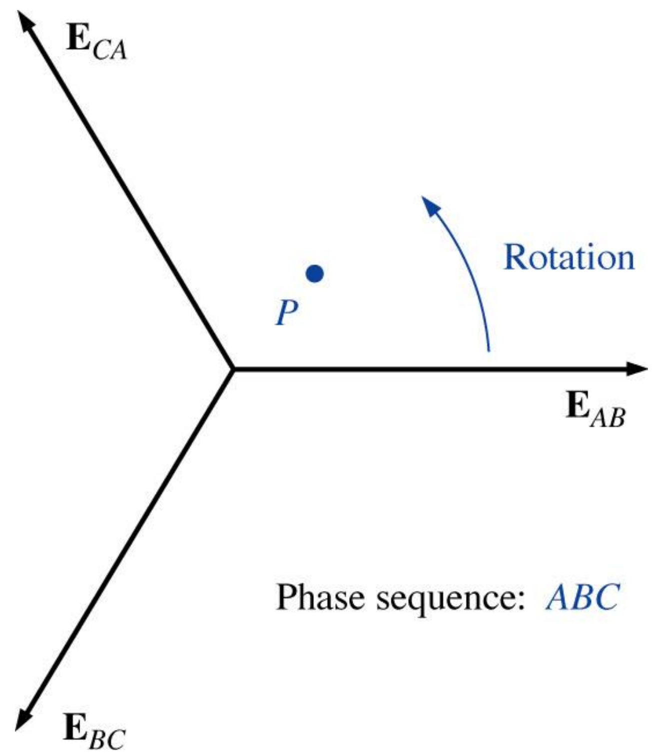
# Circuitos Trifásicos

- Determinación de la secuencia de fase de una generador trifásico conectado en Δ

$$\vec{E}_{AB} = E_{AB}\angle 0^{o}$$

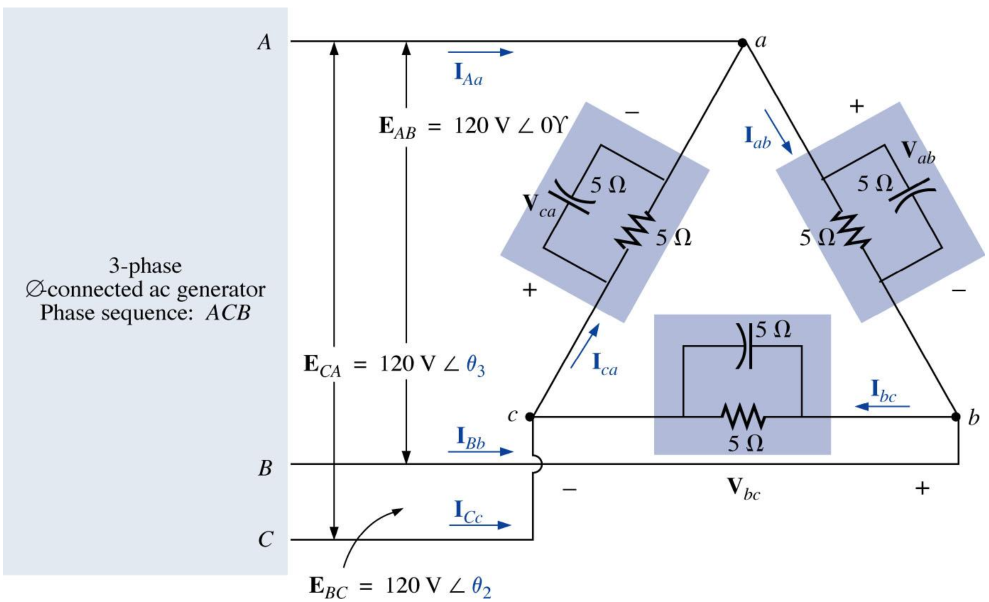
$$\vec{E}_{BC} = E_{BC}\angle -120^{o}$$

$$\vec{E}_{CA} = E_{CA}\angle 120^{o}$$



# Circuitos Trifásicos

Para el sistema Δ-Δ mostrado, encuentre los ángulos de fase $\theta_2$ y $\theta_3$ para la secuencia de fase especificada. Encuentre las corrientes en cada fase de la carga. Encuentre la magnitud de las corrientes de línea.



# Circuitos Trifásicos

- Para una secuencia ACB se tiene que:

$$\theta_2 = 120^\circ \qquad \theta_3 = -120^\circ$$

$$\vec{V}_\phi = \vec{E}_L \Rightarrow \vec{V}_{ab} = \vec{E}_{AB} \qquad \vec{V}_{ca} = \vec{E}_{CA} \qquad \vec{V}_{bc} = \vec{E}_{BC}$$

$$\vec{I}_{ab} = \frac{\vec{V}_{ab}}{\vec{Z}_{ab}} = \frac{120V\angle 0^\circ}{\frac{(5\Omega\angle 0^\circ)(5\Omega\angle -90^\circ)}{5\Omega - j5\Omega}} = \frac{120V\angle 0^\circ}{\frac{25\Omega\angle -90^\circ}{7.07\Omega\angle -45^\circ}}$$

$$\vec{I}_{ab} = \frac{120V\angle 0^\circ}{3.54\Omega\angle -45^\circ} = 33.9A\angle 45^\circ$$

# Circuitos Trifásicos

☑ Continuando con la solución:

$$\vec{I}_{bc} = \frac{\vec{V}_{bc}}{\vec{Z}_{bc}} = \frac{120V\angle 120^{o}}{3.54\Omega\angle -45^{o}} = 33.9A\angle 165^{o}$$

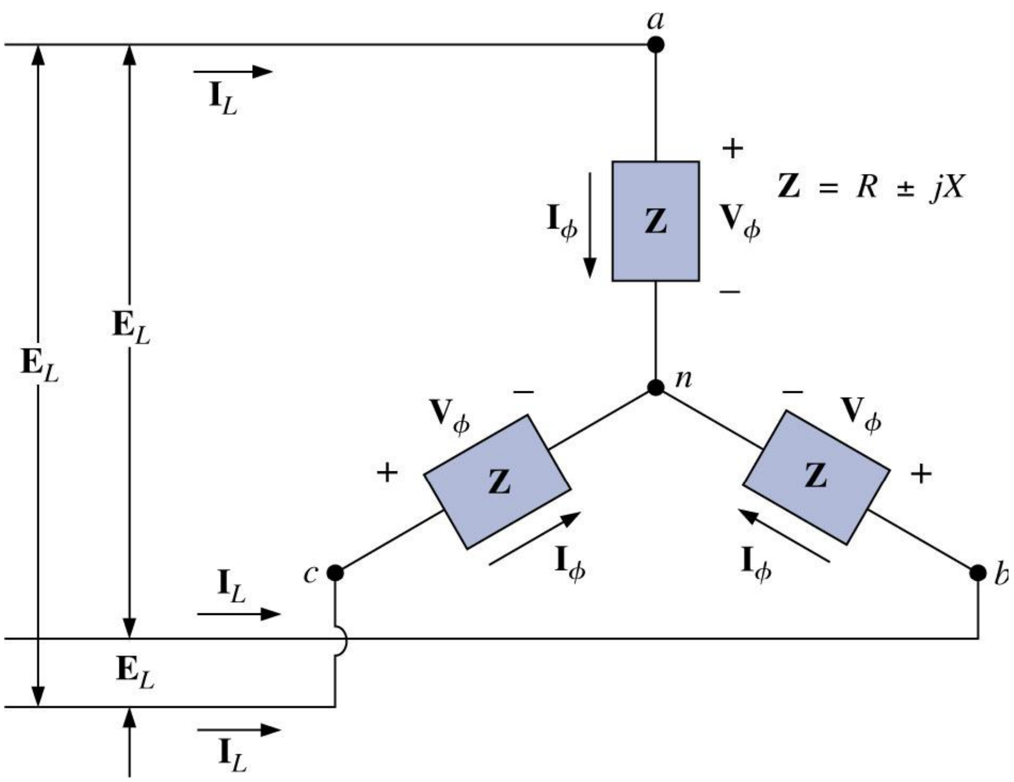
$$\vec{I}_{ca} = \frac{120V\angle -120^{o}}{3.54\Omega\angle -45^{o}} = 33.9A\angle -75^{o}$$

$$I_L = \sqrt{3}I_{\phi} \Rightarrow I_L = \sqrt{3}\left(34A\right)$$

$$I_L = 58.82A \Rightarrow I_{Ac} = I_{Bb} = I_{Cc} = 58.82A$$

# Circuitos Trifásicos

- Carga balanceada conectada en Y



# Circuitos Trifásicos

- La potencia promedio proporcionada a cada fase en vatios (W), se define como:

$$P_\phi = V_\phi I_\phi \cos\theta = I_\phi^2 R_\phi = \frac{V_R^2}{R_\phi}$$

$$P_T = 3P_\phi \qquad V_\phi = \frac{E_L}{\sqrt{3}} \qquad I_\phi = I_L$$

$$P_T = 3\frac{E_L}{\sqrt{3}} I_L \cos\theta$$

$$P_T = 3E_L I_L \cos\theta = 3I_L^2 R_\phi$$

# Circuitos Trifásicos

- La potencia reactiva proporcionada a cada fase en VAR, se define como:

$$Q_\phi = V_\phi I_\phi \operatorname{sen}\theta = I_\phi^2 X_\phi = \frac{V_X^2}{X_\phi}$$

$$Q_T = 3Q_\phi \qquad V_\phi = \frac{E_L}{\sqrt{3}} \qquad I_\phi = I_L$$

$$Q_T = 3\frac{E_L}{\sqrt{3}} I_L \operatorname{sen}\theta$$

$$Q_T = \sqrt{3} E_L I_L \operatorname{sen}\theta = 3 I_L^2 X_\phi$$

# Circuitos Trifásicos

- La potencia aparente proporcionada a cada fase en VA, se define como:

$$S_{\phi} = V_{\phi} I_{\phi}$$

$$S_{T} = 3S_{\phi}$$

$$S_{T} = \sqrt{3} E_{L} I_{L}$$

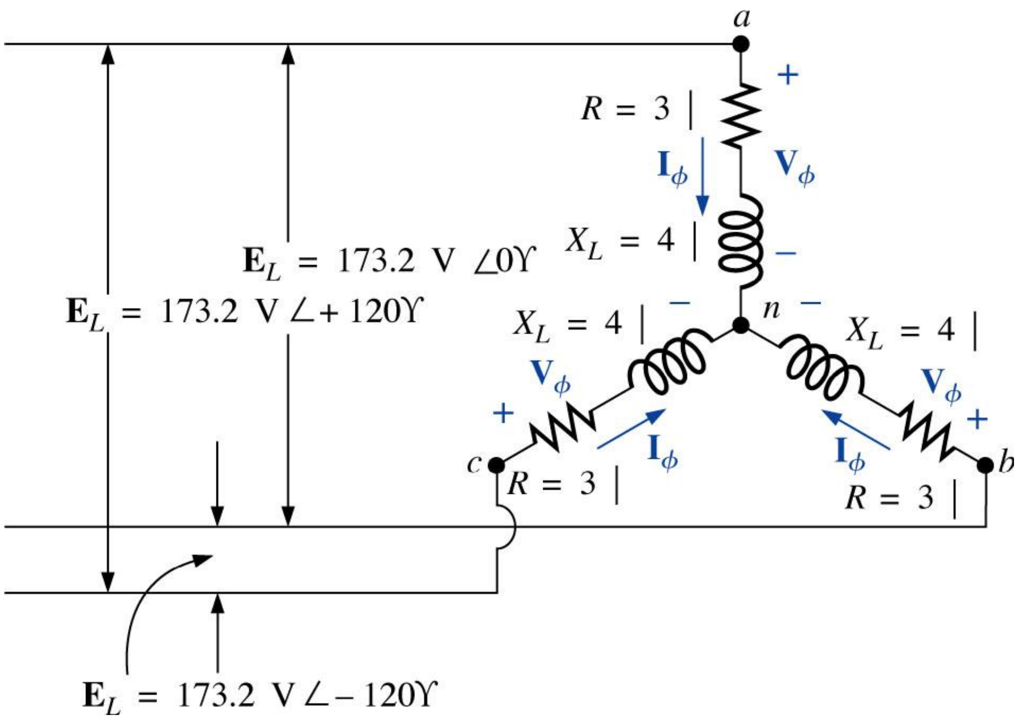
$$F_{P} = \frac{P_{T}}{S_{T}} = \cos\theta$$

# Circuitos Trifásicos

Para la carga conectada en Δ-Y mostrada encuentre la potencia promedio en cada fase y la carga total. Determine la potencia reactiva para cada fase. Encuentre la potencia reactiva para cada fase y la potencia reactiva total. Encuentre la potencia aparente para cada fase y la potencia aparente total. Encuentre el factor de potencia de

# Circuitos Trifásicos

## Carga conectada en Δ-Y



# Circuitos Trifásicos

- Solución

$$P_\phi = V_\phi I_\phi \cos\theta = (100\,\text{V})(20\,\text{A})\cos(53.13^\circ) = 1200\,\text{W}$$

$$P_\phi = I_\phi^2 R_\phi = (20\,\text{A})^2(3\,\Omega) = 1200\,\text{W}$$

$$P_\phi = \frac{V_R^2}{R_\phi} = \frac{(60\,\text{V})^2}{3\,\Omega} = 1200\,\text{W}$$

$$P_T = 3P_\phi = 3600\,\text{W}$$

$$P_T = \sqrt{3}V_\phi I_\phi \cos\theta = \sqrt{3}(173.2\,\text{V})(20\,\text{A})(0.6) = 3600\,\text{W}$$

# Circuitos Trifásicos

- Continuando con la solución

$$Q_\phi = V_\phi I_\phi \operatorname{sen}\theta = (100\text{V})(20\text{A})\operatorname{sen}(53.13^{\circ}) = 1600\text{VAR}$$

$$Q_\phi = I_\phi^2 X_\phi = (20\text{A})^2 (4\Omega) = 1600\text{VAR}$$

$$Q_\phi = \frac{V_X^2}{X_\phi} = \frac{(80\text{V})^2}{4\Omega} = 1600\text{VAR}$$

$$Q_T = 3Q_\phi = 3(1600\text{VAR}) = 4800\text{VAR}$$

$$Q_T = \sqrt{3}E_L I_L \operatorname{sen}\theta = \sqrt{3}(173.2\text{V})(20\text{A})(0.8) = 4800\text{VAR}$$

# Circuitos Trifásicos

- Continuando con la solución

$$S_{\phi} = V_{\phi} I_{\phi} = (100\text{V})(20\text{A}) = 200\text{VA}$$

$$S_T = 3S_{\phi} = 3(200\text{VA}) = 6000\text{VA}$$

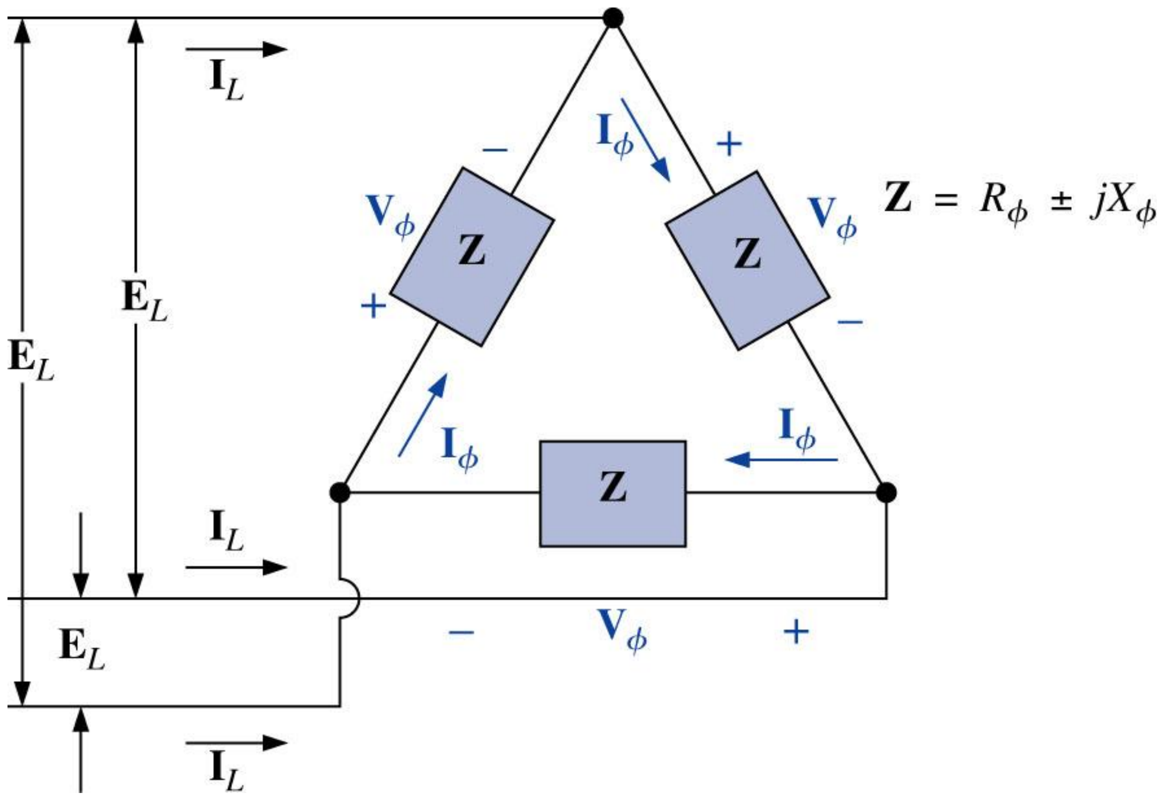
$$S_T = \sqrt{3} E_L I_L = \sqrt{3}(173.2\text{V})(20\text{A}) = 6000\text{VA}$$

$$F_P = \frac{P_T}{S_T} = \frac{3600\text{W}}{6000\text{VA}} = 0.6 \quad \text{atraso}$$

$$\cos\theta = 0.6$$

# Circuitos Trifásicos

- Carga balanceada conectada en Δ



# Circuitos Trifásicos

- La potencia promedio es:

$$P_\phi = V_\phi I_\phi \cos\theta = I_\phi^2 R_\phi = \frac{V_R^2}{R_\phi}$$

$$P_T = 3P_\phi$$

- La potencia reactiva es:

$$Q_\phi = V_\phi I_\phi \operatorname{sen}\theta = I_\phi^2 X_\phi = \frac{V_X^2}{X_\phi}$$

$$Q_T = 3Q_\phi$$

# Circuitos Trifásicos

- La potencia aparente es:

$$S_\phi = V_\phi I_\phi$$

$$S_T = 3S_\phi$$

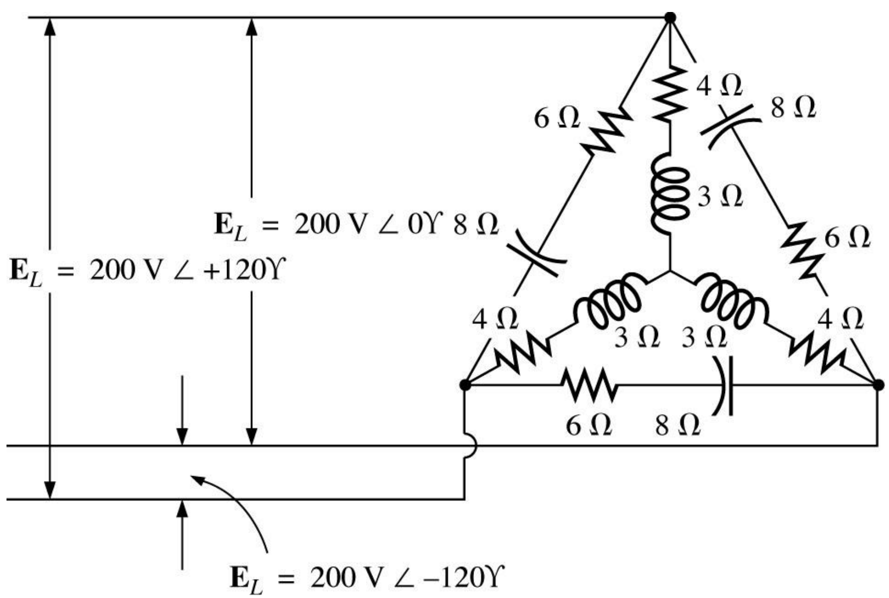
$$S_T = \sqrt{3}E_L I_L$$

- El Factor de Potencia es:

$$F_P = \frac{P_T}{S_T} = \cos\theta$$

# Circuitos Trifásicos

Para la carga conectada en mostrada encuentre la potencia promedio, la potencia reactiva y la potencia aparente totales. Encuentre el factor de potencia de la carga



# Circuitos Trifásicos

- Para la sección en Δ se tiene que:

$$\vec{Z}_{\Delta} = 6\Omega - j8\Omega = 10\Omega\angle -53.13^{o}$$

$$I_{\phi} = \frac{E_L}{Z_{\Delta}} = \frac{200V}{10\Omega} = 20A$$

$$P_{T_{\Delta}} = 3I_{\phi}^{2}R_{\phi} = 3(20A)^{2}(6\Omega) = 7200W$$

$$Q_{T_{\Delta}} = 3I_{\phi}^{2}X_{\phi} = 3(20A)^{2}(8\Omega) = 9600VAR$$

$$S_{T_{\Delta}} = 3V_{\phi}I_{\phi} = 3(200V)(20A) = 12000VA$$

# Circuitos Trifásicos

- Para la sección en Y se tiene que:

$$\vec{Z}_Y = 4\Omega + j3\Omega = 5\Omega\angle 36.87^{o}$$

$$I_\phi = \frac{E_L/\sqrt{3}}{Z_Y} = \frac{200V/\sqrt{3}}{5\Omega} = 23.12A$$

$$P_{T_Y} = 3I_\phi^2 R_\phi = 3(23.12A)^2(4\Omega) = 6414.4W$$

$$Q_{T_Y} = 3I_\phi^2 X_\phi = 3(23.12A)^2(3\Omega) = 4810.8VAR$$

$$S_{T_Y} = 3V_\phi I_\phi = 3(200V)(20A) = 8045.7VA$$

# Circuitos Trifásicos

- Para la carga total se tiene:

$$P_T = P_{T_\Delta} + P_{T_Y} = 13614.4W$$

$$Q_T = Q_{T_\Delta} - Q_{T_Y} = 4789.2VAR$$

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2} = 14432VA$$

$$F_P = \frac{P_T}{S_T} = 0.943 \quad \text{adelanto}$$