

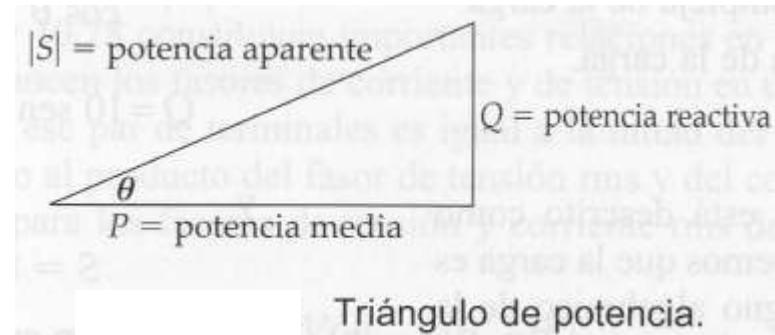
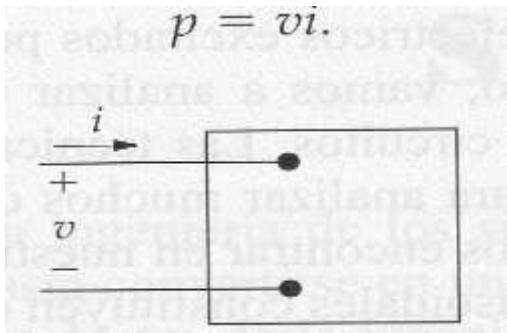
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

**CLASE DE POTENCIA ELECTRICA
TRIFASICA**

Asignatura : Máquinas e Instalaciones Eléctricas

Ingeniero Mario Marcelo Flores

POTENCIA MONOFÁSICA



Ya hemos visto que la potencia instantánea la puedo representar mediante un triángulo y expresarla en forma compleja.

$$S = P \pm j Q, \text{ con :}$$

P para potencia Activa [W]

+j Q para la potencia Reactiva inductiva [kVAR] inductivo

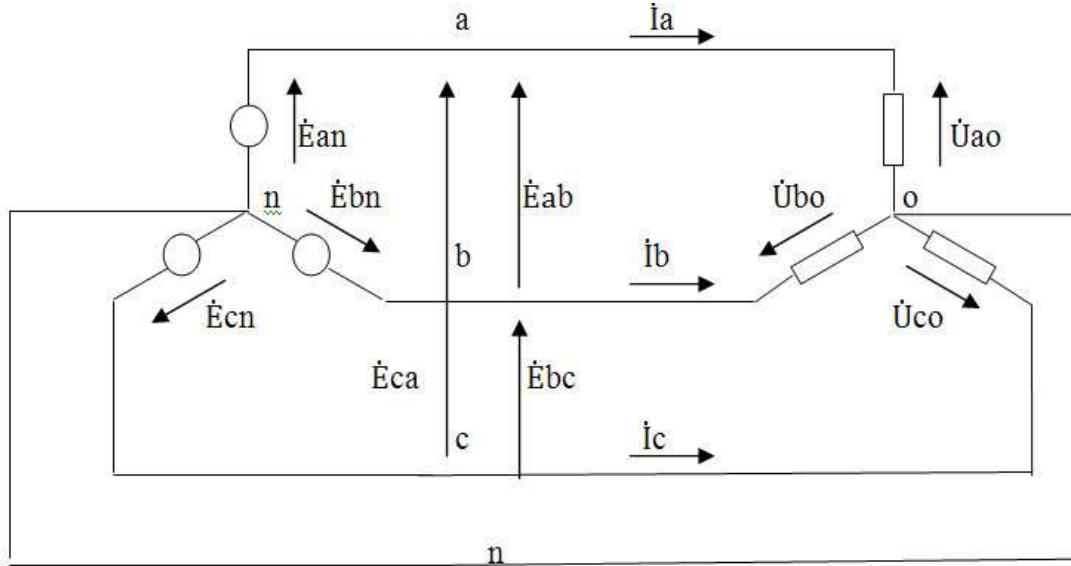
-j Q para la potencia Reactiva capacitiva [kVAR] capacitiva

Otras expresiones de S, P, Q son

$$S = U.I = I^2.Z = \frac{U^2}{Z} \quad P = U.I. \cos \varphi = I^2.R = \frac{U^2}{R} \quad Q = U.I. \sin \varphi = I^2.X = \frac{U^2}{X}$$

POTENCIA EN CIRCUITOS TRIFASICOS

Fuente Perfecta y Carga Equilibrada en estrella



Potencia por fase

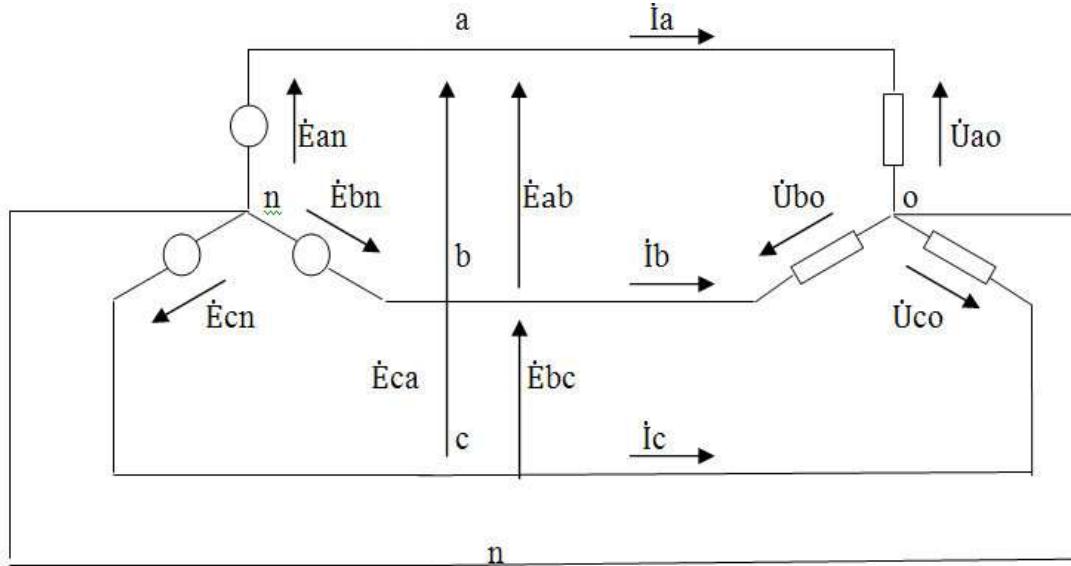
$$S_f = U_0 \cdot I_L = E \cdot I_L$$

$$P_f = U_0 \cdot I_L \cdot \cos \varphi = E \cdot I_L \cdot \cos \varphi$$

$$Q_f = U_0 \cdot I_L \cdot \sin \varphi = E \cdot I_L \cdot \sin \varphi$$

POTENCIA EN CIRCUITOS TRIFASICOS

Fuente Perfecta y Carga Equilibrada en estrella



Potencia Trifásica

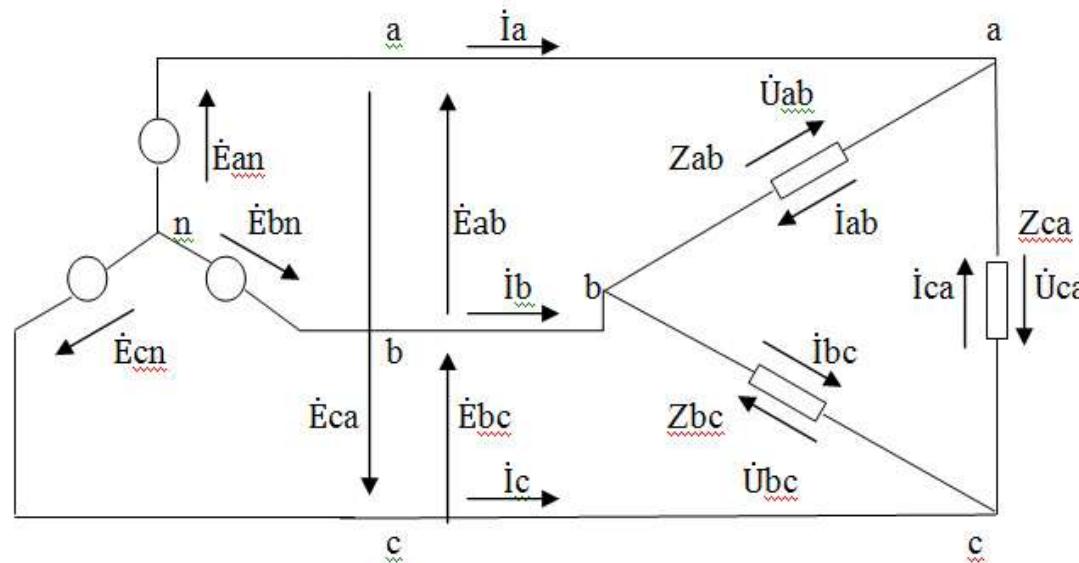
$$S_3 = U_{a0} \cdot I_{ao} + U_{b0} \cdot I_{bo} + U_{c0} \cdot I_{co} = 3 U_f \cdot I_L = 3 E \cdot I_L = 3 \cdot (E_L / \sqrt{3}) \cdot I_L = \sqrt{3} \cdot E_L \cdot I_L$$

$$P_3 = 3 U_0 \cdot I_L \cdot \cos \varphi = 3 E \cdot I_L \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot E_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi$$

$$Q_3 = 3 U_0 \cdot I_L \cdot \sin \varphi = 3 E \cdot I_L \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot E_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi$$

POTENCIA EN CIRCUITOS TRIFASICOS

Fuente Perfecta y Carga Equilibrada en triángulo



Potencia por fase

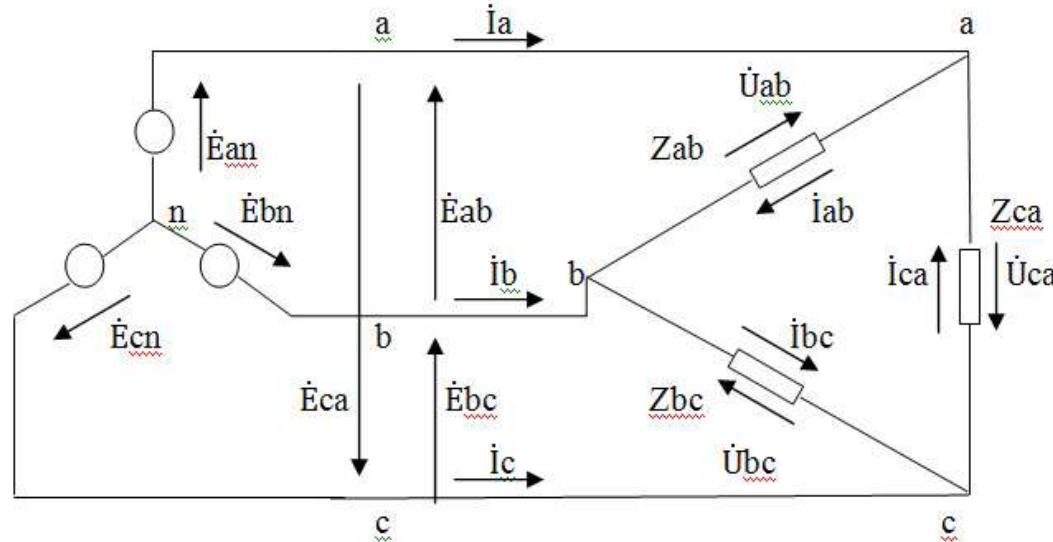
$$S_{f\Delta} = U_L \cdot I_\Delta = E_L \cdot I_\Delta$$

$$P_{f\Delta} = U_L \cdot I_\Delta \cdot \cos \varphi_\Delta = E_L \cdot I_\Delta \cdot \cos \varphi_\Delta$$

$$Q_{f\Delta} = U_L \cdot I_\Delta \cdot \sin \varphi_\Delta = E_L \cdot I_\Delta \cdot \sin \varphi_\Delta$$

POTENCIA EN CIRCUITOS TRIFASICOS

Fuente Perfecta y Carga Equilibrada en triángulo



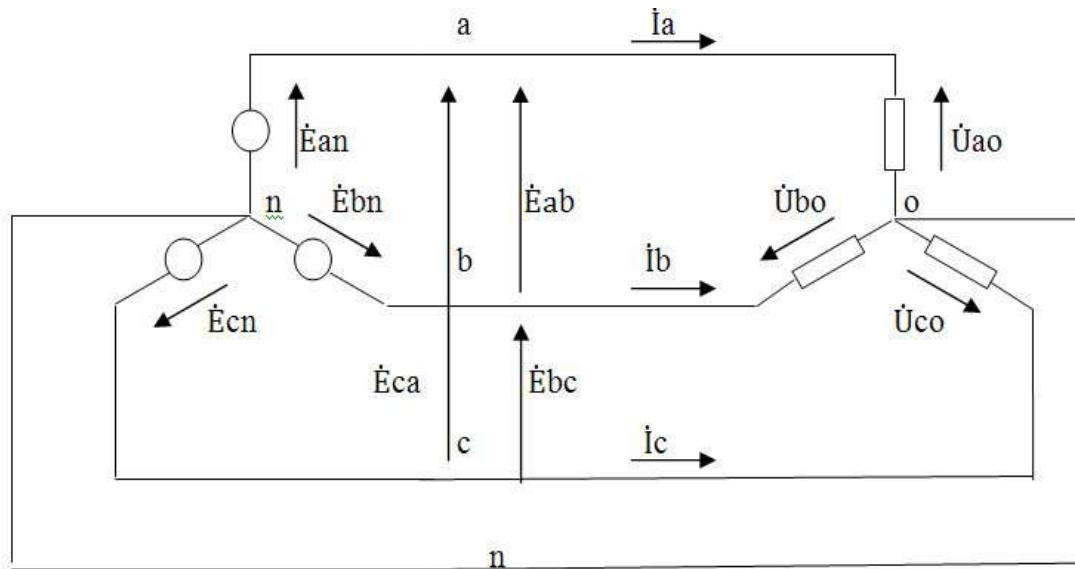
$$S_3 = U_{ab} \cdot I_{ab} + U_{bc} \cdot I_{bc} + U_{ca} \cdot I_{ca} = 3 U_L \cdot I_\Delta = 3 E_L \cdot I_\Delta = 3 \cdot E_L \cdot (I_L / \sqrt{3}) = \sqrt{3} \cdot E_L \cdot I_L$$

$$P_3 = 3 U_L \cdot I_\Delta \cdot \cos \varphi_\Delta = 3 E_L \cdot I_\Delta \cdot \cos \varphi_\Delta = \sqrt{3} \cdot E_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi_\Delta$$

$$Q_3 = 3 U_L \cdot I_\Delta \cdot \sin \varphi_\Delta = 3 E_L \cdot I_\Delta \cdot \sin \varphi_\Delta = \sqrt{3} \cdot E_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi_\Delta$$

POTENCIA EN CIRCUITOS TRIFASICOS

Fuente Perfecta y Carga Desequilibrada en estrella



Potencia Trifásica

$$P_3 = U_{ao} \cdot I_{ao} \cdot \cos \varphi_{ao} + U_{bo} \cdot I_{bo} \cdot \cos \varphi_{bo} + U_{co} \cdot I_{co} \cdot \cos \varphi_{co}$$

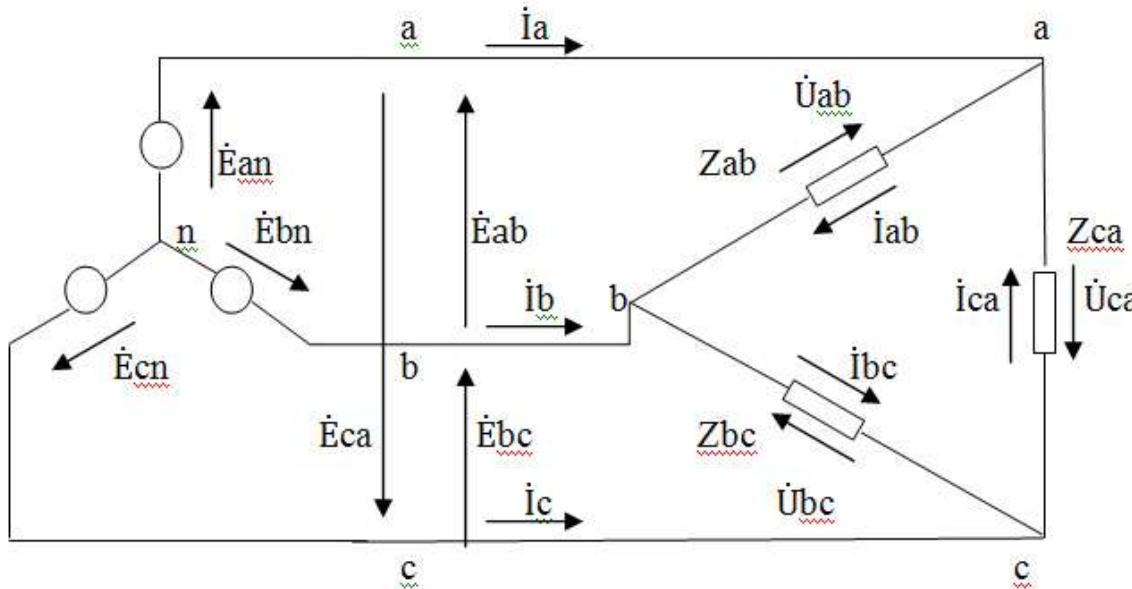
$$Q_3 = U_{ao} \cdot I_{ao} \cdot \sin \varphi_{ao} + U_{bo} \cdot I_{bo} \cdot \sin \varphi_{bo} + U_{co} \cdot I_{co} \cdot \sin \varphi_{co}$$

$$S_3 = \sqrt{{P_3}^2 + {Q_3}^2}$$

$$\text{Cos } \varphi \text{ promedio} = P_3 / S_3$$

POTENCIA EN CIRCUITOS TRIFASICOS

Fuente Perfecta y Carga Desequilibrada en triángulo



Potencia Trifásica

$$P_3 = U_{ab} \cdot I_{ab} \cdot \cos \varphi_{ab} + U_{bc} \cdot I_{bc} \cdot \cos \varphi_{bc} + U_{ca} \cdot I_{ca} \cdot \cos \varphi_{ca}$$

$$Q_3 = U_{ab} \cdot I_{ab} \cdot \sin \varphi_{ab} + U_{bc} \cdot I_{bc} \cdot \sin \varphi_{bc} + U_{ca} \cdot I_{ca} \cdot \sin \varphi_{ca}$$

$$S_3 = \sqrt{P_3^2 + Q_3^2}$$

$$\text{Cos } \varphi \text{ promedio} = P_3 / S_3$$

Resolución de Problema N° 2

Problema N° 2

Un sistema trifásico de $3 \times 380/220$ V de 4 conductores, alimenta una carga trifásica equilibrada conectada en estrella. El valor de cada impedancia es de 36,7 Ohm con ángulo de desfasaje de 30° capacitivo.

2.2 Determinar la Potencia por fase y Trifásica.

2.3 Representar los triángulos de potencia por fase y trifásico

$$E = 220 \text{ V}$$

$$I = 6 \text{ A}$$

$$\Phi = 30^\circ \text{ en adelanto}$$

$$\cos \phi = 0,866$$

$$\operatorname{Sen} \phi = 0,5$$

Potencias en cada Fase

$$S_f = U_0 \cdot I_L = E \cdot I_L$$

$$P_f = U_0 \cdot I_L \cdot \cos \phi = E \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

$$Q_f = U_0 \cdot I_L \cdot \operatorname{sen} \phi = E \cdot I_L \cdot \operatorname{sen} \phi$$

$$S_f = 220 \cdot 6 = 1320 \text{ VA}$$

$$P_f = 220 \cdot 6 \cdot 0,866 = 1143 \text{ W}$$

$$Q_f = 220 \cdot 6 \cdot (-0,5) = -660 \text{ VAR capacitivos}$$

Potencia trifásica con carga equilibrada

$$S_3 = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L = \sqrt{3} \cdot E_L \cdot I_L$$

$$P_3 = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos \phi = \sqrt{3} \cdot E_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

$$Q_3 = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \operatorname{sen} \phi = \sqrt{3} \cdot E_L \cdot I_L \cdot \operatorname{sen} \phi$$

$$S_3 = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 6 = 3949 \text{ VA}$$

$$P_3 = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 6 \cdot 0,866 = 3420 \text{ W}$$

$$Q_3 = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 6 \cdot (-0,5) = -1975 \text{ VAR capacitivos}$$

Resolución de Problema N° 3

Un sistema trifásico de 3×380 V de 4 conductores, alimenta una carga trifásica conectada en estrella.

$Z_a = 6$ Ohm con ángulo de desfasaje 0°

$Z_b = 6$ Ohm con ángulo de desfasaje 30° inductivo

$Z_c = 5$ Ohm con ángulo de desfasaje 45° inductivo

3.2 Determinar la Potencia en cada fase y la Potencia trifásica.

3.3 Representar los triángulos de potencia por fase y trifásico

$$I_a e^{j0-\varphi_a} = \frac{E_a e^{j0^\circ}}{Z_a e^{-j\varphi_a}} = \frac{220 e^{j0^\circ}}{6 e^{j0}} = 36,7 e^{j0^\circ} = 36,7 + j 0 \Omega$$

$$I_b e^{j240-\varphi_b} = \frac{E_b e^{j240^\circ}}{Z_b e^{-j\varphi_b}} = \frac{220 e^{j240^\circ}}{6 e^{j30}} = 36,7 e^{j210^\circ} = -31,8 - j 18,4 \Omega$$

$$I_c e^{j120-\varphi_a} = \frac{E_c e^{j120^\circ}}{Z_c e^{-j\varphi_c}} = \frac{220 e^{j120^\circ}}{5 e^{j45}} = 44 e^{j75^\circ} = 11,4 + j 42,5 \Omega$$

$$\mathbf{Ia} = 36,7 e^{j0^\circ}$$

$$\mathbf{Ib} = 36,7 e^{j210^\circ}$$

$$\mathbf{Ic} = 44 e^{j75^\circ}$$

Resolución de Problema N° 3

Potencia monofásica con carga desequilibrada

Fase a

$$S_{fa} = 220 \cdot 36,76 = 8087 \text{ VA}$$

$$P_{fa} = 220 \cdot 36,76 \cdot 1 = 8087 \text{ W}$$

$$Q_{fa} = 220 \cdot 36,76 \cdot (0) = 0 \text{ VAR}$$

Fase b

$$S_{fb} = 220 \cdot 36,76 = 8087 \text{ VA}$$

$$P_{fb} = 220 \cdot 36,76 \cdot 0,866 = 7004 \text{ W}$$

$$Q_{fb} = 220 \cdot 36,76 \cdot (0,5) = 4044 \text{ VAR inductivo}$$

Fase c

$$S_{fc} = 220 \cdot 44 = 9680 \text{ VA}$$

$$P_{fc} = 220 \cdot 44 \cdot 0,707 = 6844,8 \text{ W}$$

$$Q_{fc} = 220 \cdot 44 \cdot 0,707 = 6844,8 \text{ VAR inductivo}$$

Potencia trifásica con carga desequilibrada

$$P_3 = P_{fa} + P_{fb} + P_{fc} = 21935,8 \text{ W}$$

$$Q_3 = Q_{fa} + Q_{fb} + Q_{fc} = 10884,8 \text{ VAR inductivo}$$

$$S_3 = \sqrt{P_3^2 + Q_3^2} = 24488 \text{ VA}$$

$$\text{Cos } \varphi \text{ promedio} = P_3 / S_3 = 21935,8 / 24488 = 0,896$$

Resolución de Problema N° 5

Problema N° 5

Un sistema trifásico de 3×380 V de 3 conductores, alimenta una carga trifásica equilibrada conectada en triángulo. El valor de cada impedancia es de 17,3 Ohm con ángulo de desfasaje de 45° inductivo.

5.2 Determinar la Potencia por fase y Trifásica.

5.3 Representar los triángulos de potencia por fase y trifásico

$$E \text{ línea} = \sqrt{3}.E = 380 \text{ V}$$

$$I\Delta = 22 \text{ A}$$

$$I \text{ línea} = \sqrt{3}. I\Delta = 38,1 \text{ A}$$

$$\Phi = 45^\circ \text{ en atraso}$$

$$\cos \phi = 0,707$$

$$\operatorname{sen} \phi = 0,707$$

Potencias en cada Fase del Triángulo

$$Sf\Delta = \sqrt{3}.U_0.I\Delta = \sqrt{3}.E.I\Delta$$

$$Pf\Delta = \sqrt{3}.U_0.I\Delta.\cos \phi = \sqrt{3}.E.I\Delta.\cos \phi$$

$$Qf\Delta = \sqrt{3}.U_0.I\Delta.\operatorname{sen} \phi = \sqrt{3}.E.I\Delta.\operatorname{sen} \phi$$

$$Sf\Delta = 380.22 = 8360 \text{ VA}$$

$$Pf\Delta = 380.22.0,707 = 5911 \text{ W}$$

$$Qf\Delta = 380.22.0,707 = 5911 \text{ VAR inductivos}$$

Potencia trifásica con carga equilibrada

$$S3 = \sqrt{3}.UL.IL = \sqrt{3}.EL.IL$$

$$P3 = \sqrt{3}.UL.IL.\cos \phi = \sqrt{3}.EL.IL.\cos \phi$$

$$Q3 = \sqrt{3}.UL.IL.\operatorname{sen} \phi = \sqrt{3}.EL.IL.\operatorname{sen} \phi$$

$$S3 = \sqrt{3}.380.38,1 = 25077 \text{ VA}$$

$$P3 = \sqrt{3}.380.38,1.0,707 = 17732 \text{ W}$$

$$Q3 = \sqrt{3}.380.38,1.0,707 = -17732 \text{ VAR capacitivos}$$

$$\cos \phi = P3 / S3$$

Resolución de Problema N° 6

Un sistema trifásico de 3 x 380 V de 3 conductores, alimenta una carga trifásica conectada en triángulo.

$$Z_{ab} = 15,8 \text{ Ohm con ángulo de desfasaje } 0^\circ$$

$$Z_{bc} = 15,8 \text{ Ohm con ángulo de desfasaje } 30^\circ \text{ inductivo}$$

$$Z_{ca} = 23,8 \text{ Ohm con ángulo de desfasaje } 30^\circ \text{ capacitivo}$$

6.2 Determinar la Potencia en cada fase y la Potencia trifásica.

6.3 Representar los triángulos de potencia por fase y trifásico

$$I_{ab} = \frac{\dot{U}_{ab}}{Z_{ab}} = \frac{380}{15,8} e^{j(30^\circ - 0^\circ)} = 24,1 e^{j 30^\circ} = 20,9 - j 12,1 \Omega$$

$$I_{bc} = \frac{\dot{U}_{bc}}{Z_{bc}} = \frac{380}{15,8} e^{j(270^\circ - 30^\circ)} = 24,1 e^{j 240^\circ} = -12,1 - j 20,9 \Omega$$

$$I_{ca} = \frac{\dot{U}_{ca}}{Z_{ca}} = \frac{380}{23,8} e^{j(150^\circ + 30^\circ)} = 16,0 e^{j 180^\circ} = -16,0 + j 0 \Omega$$

$$\mathbf{I}_{ab} = 24,1 e^{j 30^\circ}$$

$$\mathbf{I}_{bc} = 24,1 e^{j 240^\circ}$$

$$\mathbf{I}_{ca} = 16,0 e^{j 180^\circ}$$

Resolución de Problema N° 6

Potencia monofásica con carga desequilibrada

Fase ab

$$S_{fab} = 380 \cdot 24,1 = 9158 \text{ VA}$$

$$P_{fab} = 380 \cdot 24,1 \cdot 1 = 9158 \text{ W}$$

$$Q_{fab} = 380 \cdot 24,1 \cdot 0 = 0 \text{ VAR}$$

Fase bc

$$S_{fbc} = 380 \cdot 24,1 = 9158 \text{ VA}$$

$$P_{fbc} = 380 \cdot 24,1 \cdot 0,866 = 7931 \text{ W}$$

$$Q_{fbc} = 380 \cdot 24,1 \cdot (0,5) = 4579 \text{ VAR inductivo}$$

Fase ca

$$S_{fca} = 380 \cdot 16 = 6080 \text{ VA}$$

$$P_{fca} = 380 \cdot 16 \cdot 0,866 = 5265 \text{ W}$$

$$Q_{fca} = 380 \cdot 16 \cdot (-0,5) = -3040 \text{ VAR capacitivo}$$

Potencia trifásica con carga desequilibrada

$$P_3 = P_{fab} + P_{fbc} + P_{fca} = 23581 \text{ W}$$

$$Q_3 = Q_{fab} + Q_{fbc} + Q_{fca} = 1539 \text{ VAR inductivo}$$

$$S_3 = \sqrt{P_3^2 + Q_3^2} = 23631 \text{ VA} \quad \text{Cos } \varphi \text{ promedio} = P_3 / S_3 = 23581 / 23631 = 0,998$$