

Ejercicio 7, Potencia en circuitos trifásicos

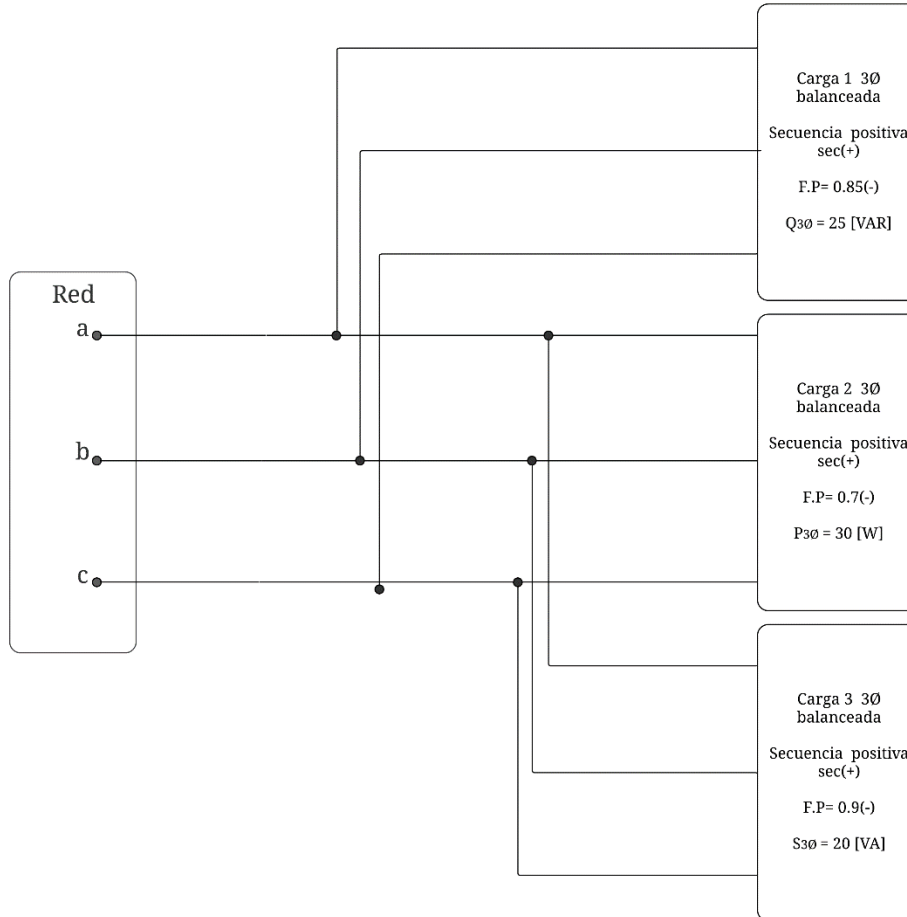


Figura 1

Para el circuito de la Figura 1, en condiciones normales de operación, hallar la potencia del banco de condensadores de tal modo que corrija el factor de potencia a 0.95 (-) de forma grupal e individual, cuando se tiene una red de 220 [V].

Solución

Para poder solucionar este problema, tenemos que completar el triángulo de potencias, para cada carga, en donde con los datos entregados podemos usar identidades trigonométricas o teorema de Pitágoras, entonces tenemos que:

- Carga 1:

Para este caso, tenemos el cateto opuesto al ángulo, entonces tenemos lo siguiente:

$$Q_{C1} = 25 \text{ [VAR]}$$

$$F.P._{C1} = 0.85 \rightarrow \varphi_{C1} = 31.7883^\circ$$

Y teniendo en cuenta

$$S_H^O C_H^A T_A^O$$

Podemos hallar el cateto adyacente, o sea, la potencia activa que consume esta carga.

$$P_{C1} = \frac{Q_{C1}}{\tan(\varphi_{C1})} = \frac{25}{\tan(31.7883)}$$
$$P_{C1} = 40.3392 \text{ [W]}$$

Teniendo la potencia activa, ya es mas sencillo encontrar potencia aparente, de este modo

$$F.P.C1 = \frac{P_{C1}}{S_{C1}}$$

Despejando

$$S_{C1} = \frac{P_{C1}}{F.P.C1} = \frac{40.3392}{0.85}$$
$$S_{C1} = 47.4579 \text{ [VA]}$$

Ya con todos los valores, podemos armar nuestro triangulo de potencias para la carga 1, nos queda de la siguiente manera:

- Carga 2:
Para la carga 2, utilizaremos la siguiente formula para encontrar los valores del triángulo de potencia:

$$F.P.C2 = \frac{P_{C2}}{S_{C2}}$$

En donde ya tenemos el valor de P_{C2} , entonces despejamos S_{C2} .

$$S_{C2} = \frac{P_{C2}}{F.P.C2} = \frac{30}{0.7}$$
$$S_{C2} = 42.8571 \text{ [VA]}$$

Teniendo los valores de P_{C2} y de S_{C2} , por medio de Pitágoras, tenemos lo siguiente:

$$Q_{C2} = \sqrt{S_{C2}^2 - P_{C2}^2} = \sqrt{(42.8571)^2 - (30)^2}$$

$$Q_{C2} = 30.6061 \text{ [VAR]}$$

Y sabiendo que

$$\varphi_{C2} = \cos^{-1}(0.7) = 45.5729^\circ$$

Ya tenemos toda la información para armar nuestro triangulo de potencias, entonces tenemos que:

- Carga 3:
Para la carga 2, utilizaremos la misma formula que para la carga 2, pero para este caso, despejaremos P_{C3} .

$$F.P.C3 = \frac{P_{C3}}{S_{C3}}$$

En donde ya tenemos el valor de S_{C3} , entonces despejamos P_{C3} .

$$P_{C3} = F.P.C3 \cdot S_{C3} = (0.9) \cdot (20)$$

$$P_{C3} = 18 \text{ [W]}$$

Teniendo los valores de P_{C2} y de S_{C2} , por medio de Pitágoras, tenemos lo siguiente:

$$Q_{C3} = \sqrt{S_{C3}^2 - P_{C3}^2} = \sqrt{(20)^2 - (18)^2}$$

$$Q_{C3} = 8.7178 \text{ [VAR]}$$

Y sabiendo que

$$\varphi_{C2} = \cos^{-1}(0.9) = 36.8698^\circ$$

Ya tenemos toda la información para armar nuestro triangulo de potencias, entonces tenemos que:

Cálculo de banco de condensadores de manera individual

- Carga 1: Para este caso, tenemos lo siguientes valores obtenidos anteriormente:

$$P_1 = 40.3392 \text{ [W]}; S_1 = 47.4579 \text{ [VA]}; Q_1 = 25 \text{ [VAR]}$$

En donde el triángulo de potencias nos queda de la siguiente forma:

Ahora, si queremos corregir el Factor de Potencia a 0.95(-), entonces realizamos lo siguiente:

$$F.P.N = 0.95 \rightarrow \varphi_N = 18.19^\circ$$

Con este dato, procedemos a encontrar la potencia aparente y la potencia reactiva con este nuevo factor de potencia, entonces tenemos que:

$$F.P. = \frac{P}{S} \rightarrow S = \frac{P_1}{F.P.N} = \frac{40.3392}{0.95}$$

$$S_{N1} = 42.4623 \text{ [VA]}$$

Ahora hallamos potencia reactiva

$$Q_N = \sqrt{S_N^2 - P_1^2} \rightarrow \sqrt{(42.4623)^2 - (40.3392)^2}$$

$$Q_{N1} = 13.2588 \text{ [VAR]}$$

Con ese valor obtenido, podemos encontrar la potencia reactiva que consume el banco de condensadores, entonces tenemos lo siguiente:

$$Q_{Banco\ 1} = Q_1 - Q_{N1} = 25 - 13.2588 \text{ [VAR]}$$

$$Q_{Banco\ 1} = 11.7412 \text{ [VAR]}$$

La potencia que debe consumir el banco de condensadores para la carga uno, debe de ser de 11.7412 [VAR], para que de este modo pueda corregir el Factor de Potencia a 0.95(-).

- Carga 2: Para este caso, tenemos lo siguientes valores obtenidos anteriormente:

$$P_2 = 30 \text{ [W]}; S_2 = 42.8571 \text{ [VA]}; Q_2 = 30.6061 \text{ [VAR]}$$

En donde el triángulo de potencias nos queda de la siguiente forma:

Ahora, si queremos corregir el Factor de Potencia a 0.95(-), entonces realizamos lo siguiente:

$$F.P._N = 0.95 \rightarrow \varphi_N = 18.19^\circ$$

Con este dato, procedemos a encontrar la potencia aparente y la potencia reactiva con este nuevo factor de potencia, entonces tenemos que:

$$F.P. = \frac{P}{S} \rightarrow S = \frac{P_2}{F.P._N} = \frac{30}{0.95}$$

$$S_{N2} = 31.5798 \text{ [VA]}$$

Ahora hallamos potencia reactiva

$$Q_N = \sqrt{S_N^2 - P_2^2} \rightarrow \sqrt{(31.5798)^2 - (30)^2}$$

$$Q_{N2} = 9.8632 \text{ [VAR]}$$

Con ese valor obtenido, podemos encontrar la potencia reactiva que consume el banco de condensadores, entonces tenemos lo siguiente:

$$Q_{Banco\ 2} = Q_2 - Q_{N2} = 30.6061 - 9.8632 \text{ [VAR]}$$

$$Q_{Banco\ 2} = 20.7428 \text{ [VAR]}$$

La potencia que debe consumir el banco de condensadores para la carga dos, debe de ser de 20.7428 [VAR], para que de este modo pueda corregir el Factor de Potencia a 0.95(-).

- Carga 3: Para este caso, tenemos los siguientes valores obtenidos anteriormente:

$$P_3 = 18 \text{ [W]}; S_3 = 20 \text{ [VA]}; Q_3 = 8.7178 \text{ [VAR]}$$

En donde el triángulo de potencias nos queda de la siguiente forma:

Ahora, si queremos corregir el Factor de Potencia a 0.95(-), entonces realizamos lo siguiente:

$$F.P.N = 0.95 \rightarrow \varphi_N = 18.19^\circ$$

Con este dato, procedemos a encontrar la potencia aparente y la potencia reactiva con este nuevo factor de potencia, entonces tenemos que:

$$F.P. = \frac{P}{S} \rightarrow S = \frac{P_3}{F.P.N} = \frac{18}{0.95}$$
$$S_{N3} = 18.9473 \text{ [VA]}$$

Ahora hallamos potencia reactiva

$$Q_N = \sqrt{S_N^2 - P_3^2} \rightarrow \sqrt{(18.9473)^2 - (18)^2}$$

$$Q_{N3} = 5.9161 \text{ [VAR]}$$

Con ese valor obtenido, podemos encontrar la potencia reactiva que consume el banco de condensadores, entonces tenemos lo siguiente:

$$Q_{Banco\ 3} = Q_3 - Q_{N3} = 8.7178 - 5.9161 \text{ [VAR]}$$

$$Q_{Banco\ 1} = 2.8017 \text{ [VAR]}$$

La potencia que debe consumir el banco de condensadores para la carga tres, debe de ser de 2.8017 [VAR], para que de este modo pueda corregir el Factor de Potencia a 0.95(-).

Grupal

Para encontrar el banco de condensadores de manera grupal, primero debemos sumar las potencias activas y reactivas de cada elemento, entonces tenemos que:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 = 88.3392 \text{ [W]}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 64.3239 \text{ [VAR]}$$

Con estos datos, podemos encontrar el valor de potencia aparente total, entonces tenemos que:

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2} = \sqrt{88.3392^2 + 64.3239^2}$$

$$S_T = 109.277 \text{ [VA]}$$

Con este ultimo dato, podemos encontrar el Factor de Potencia total, de la siguiente manera:

$$F.P._T = \frac{P_T}{S_T} = \frac{88.3392}{109.277} = 0.8083 (-)$$

Por ende, el ángulo phi total sería el siguiente:

$$\varphi_T = \cos^{-1}(F.P._T) = 36.0604^\circ$$

Entonces nuestro triángulo de potencias nos queda de la siguiente manera:

Ahora, queremos corregir el Factor de potencia a 0.95 (-), entonces tenemos que:

$$F.P._N = 0.95 \rightarrow \varphi_N = 18.19^\circ$$

Con este dato, procedemos a encontrar la potencia aparente y la potencia reactiva con este nuevo factor de potencia, entonces tenemos que:

$$F.P. = \frac{P}{S} \rightarrow S = \frac{P_T}{F.P._N} = \frac{88.3392}{0.95}$$

$$S_{NT} = 92.9886 \text{ [VA]}$$

Ahora hallamos potencia reactiva

$$Q_{NT} = \sqrt{S_{NT}^2 - P_T^2} \rightarrow \sqrt{(92.9886)^2 - (88.3392)^2}$$

$$Q_{NT} = 29.0356 \text{ [VAR]}$$

Con ese valor obtenido, podemos encontrar la potencia reactiva que consume el banco de condensadores, entonces tenemos lo siguiente:

$$Q_{Banco} = Q_T - Q_{NT} = 64.3239 - 29.0356 \text{ [VAR]}$$

$$Q_{Banco} = 35.2883 \text{ [VAR]}$$

La potencia que debe consumir el banco de condensadores de tal manera que corrija el Factor de Potencia a 0.95(-), debe ser de 35.2883 [VAR].

