**IEE2123 Circuitos Eléctricos**
**Profesor:** David Watts

# Tarea 11

Potencia y Factor de Potencia en RSP

## Problema 1

En el sistema trifásico balanceado que se muestra en la figura siguiente, el voltaje de línea es de 34.5 kV rms a 60 Hz. Encuentre los valores de los capacitores $C$ tales que la carga total tenga un factor de potencia de 0.94 adelantado.

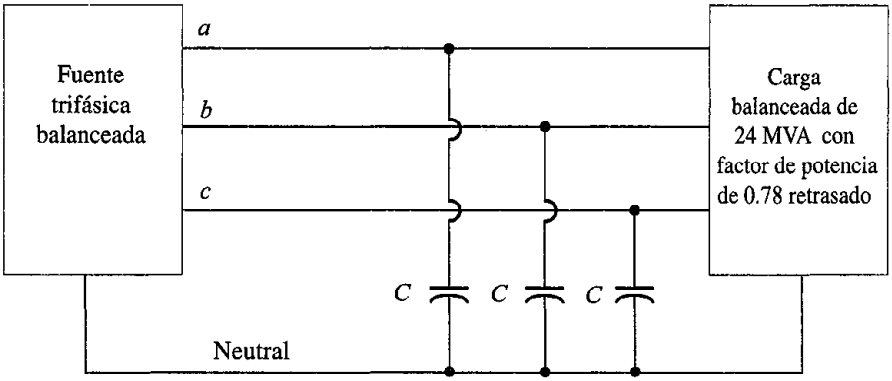



Figura 1: Circuito trifásico balanceado

**Solución:** Dado que es un sistema balanceado, podemos trabajar cada fase como un circuito separado. Es decir, reducimos el problema a corregir el factor de potencia en una sola fase y lo extendemos para las demás. Primero, la potencia compleja original de la carga será:

$$S_{ant} = P_{ant} + jQ_{ant} = |S_{ant}|\angle\theta_{ant}$$

Y la potencia compleja para el capacitor será:

$$S_{cap} = jQ_{cap} = |S_{cap}|\angle -90^\circ$$

Por lo que la potencia compleja que resulta de agregar un capacitor será:

$$S_{nueva} = S_{ant} + S_{cap} = P_{ant} + jQ_{nueva} = |S_{nueva}|\angle\theta_{nueva}$$

De donde $\theta_{nueva}$ queda determinado por el factor de potencia requerido. La diferencia entre la potencias complejas nuevas y anterior es ocasionada por la suma de un capacitor, el cual es puramente reactivo:

$$S_{cap} = jQ_C = -j\omega C V_{rms}^2$$

Para este ejercicio, tenemos que:

$$S_{ant} = 24\angle \cos^{-1} 0{,}78 = 18{,}72 + j15{,}02 MVA$$

Y el ángulo está dado por:

$$\theta_{nueva} = -\cos^{-1} 0{,}94 = -19{,}95^\circ$$

Por lo tanto, sabiendo que el ángulo es $\theta = \tan^{-1} \frac{b}{a}$ :

$$S_{nueva} = 18{,}72 + j18{,}72 \tan(-19{,}95^\circ) = 18{,}72 - j6{,}80\ MVA$$

Y

$$S_{cap} = S_{nueva} - S_{ant} = -j21{,}82\ MVA$$

Pero tenemos que:

$$-j\omega C V_{rms}^2 = -j21{,}82\ MVA$$

Reemplazando:

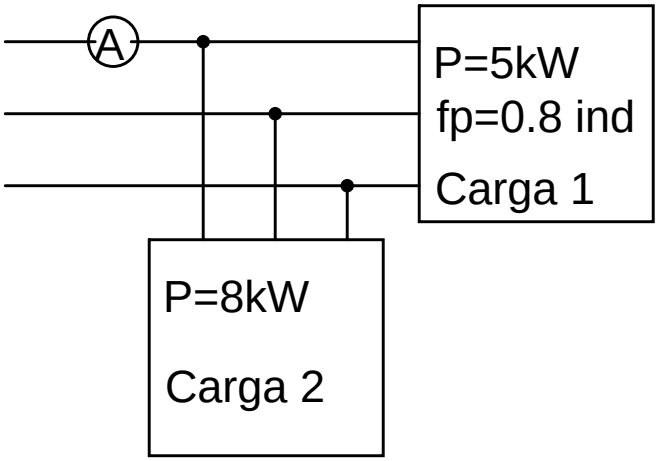
$$(377)(\frac{34{,}5k}{\sqrt{3}})^2 C = \frac{21{,}82}{3}$$

De donde se despeja $C$:

$$C = 48{,}6\ \mu F$$

## Problema 2

El siguiente circuito está formado por cargas trifásicas balanceadas en paralelo con los datos que muestra la figura. El voltaje fase-fase de la línea es $380V$ RMS y el amperímetro indica un valor de $22A$ RMS.




1. Determinar el factor de potencia de la carga 2.
2. Suponga que la carga 1 está formada por 3 impedancias $Z_1$ conectadas en estrella mientras que la carga 2 lo está para 3 impedancias en delta. Calcular los valores de $Z_1$ y $Z_2$.
3. Calcular el banco de condensadores conectados en delta para que el factor e potencia del conjunto sea unitario.

**Solución:**

*a*) Primero se determina la potencia activa total y aparente del circuito como:

$$P_{pT} = 13\,\text{kW}\ ;\ |\dot{S}_T| = 14.479\,\text{kV A}$$

Luego calculamos la potencia reactiva total como:

$$\theta_T = \cos^{-1}\left(\frac{P_{pt}}{|\dot{S}_T|}\right) = 26.122^\circ \implies Q_T = P_{pT}\tan\theta = 6{,}377 kVA_r$$

Ahora teniendo la potencia reactiva total se le resta la potencia reactiva de la carga 1 para obtener la de la carga 2 y con esto el factor de potencia:

$$Q_2 = Q_T - Q_1 = Q_T - P_1\tan(\cos^{-1}(fp_1)) = 2{,}627 VA_r$$
$$fp_2 = \cos\left[\tan^{-1}\left(\frac{Q_2}{P_2}\right)\right] = 0{,}95$$

*b*) Utilizando las ecuaciones

$$P = V^2 G \text{ y } Q = -V^2 B$$

Se llega a que la impedancia de la primera carga en estrella es:

$$Z_1 = 3\frac{1}{Y_1} = \frac{3}{G + jB} = 59 + 49{,}1j$$

y de la misma forma

$$Z_2 = 16{,}4 + 5{,}4j$$

*c*) Para calcular el banco de condensadores se considera el caso de un condensador para un voltaje e impedancias del circuito y luego se extrapola para el resto de las fases, sin embargo esto se puede hacer siempre y cuando los capacitores estén en estrella por lo cual al final solo se debe multiplicar por 3 para obtener el equivalente en delta.
Si se desea un nuevo factor de potencia 1 entonces el ángulo de la impedancia equivalente será

$$fp = \cos\theta = 1 \implies \theta = 0$$

Luego se desea encontrar una potencia reactiva negativa que sea opuesta a la potencia reactiva de las 2 impedancias en paralelo.

$$Q_{Z1} + Q_{Z2} + Q_C = 0 \implies Q_C = -Q_{Z1} - Q_{Z2}$$

$$-\omega C V_c^2 = -(Q_{Z1} + Q_{Z2}) \implies C = \frac{1}{2\pi f V_c^2}(Q_{Z1} + Q_{Z2}) = \frac{1}{2\pi f V_c^2}(Q_T)$$

$$\therefore C = \frac{1}{2\pi f V_c^2}(Q_T) = \frac{1}{2\pi * 50 * 380^2}(6377) = \frac{1}{2\pi * 50 * 200^2}(6377/3)$$

Considerando la frecuencia de la norma chilena y reemplazando datos se llega a

$$C_Y = 1{,}4 * 10^{-4} F$$

y el capacitor en delta:

$$Z_\Delta = 3Z_Y$$

$$\frac{1}{jwC_\Delta} = \frac{3}{jwC_Y}$$

$$\frac{1}{jwC_\Delta} = \frac{1}{jw(C_Y/3)}$$

$$\therefore C_\Delta = C_Y/3 = 4{,}67 \times 10^{-5} F$$