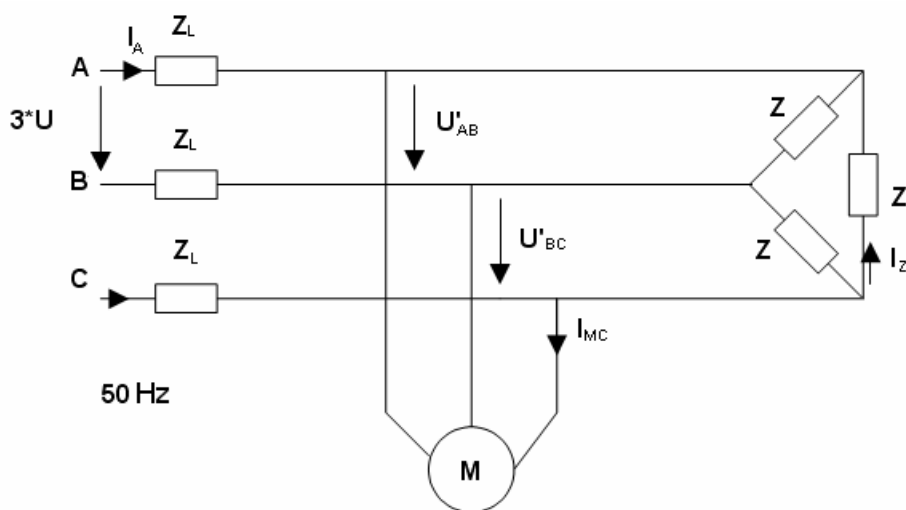


Problema Resuelto – Capítulo 10

1) En el circuito de la figura, calcular:



Datos:

Sec A-B-C

$$Z_L = (1+j1)\Omega$$

$$Z = (24+j18)\Omega$$

$$P_M = 10\text{HP} \quad \eta = 80\%$$

$$fp = 0,6 \text{ ind}$$

$$U'_{AB} = 520\text{V}$$

- Corriente de línea I_A (eficaz)
- Factor de potencia de la carga
- Tensión U al principio de la línea
- Corregir el factor de potencia en la carga a 0,98 ind, manteniendo U'_{AB} constante, determinando valor y tipo de elemento necesario y conexión del mismo

Resolución:

a) Cálculo de la corriente de línea I_A

Nos proponemos calcular la corriente absorbida por la carga en base a la potencia total en la misma y a partir de la relación:

$$S_{\text{carga}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{línea}} \cdot I_{\text{línea}} = \sqrt{3} \cdot U'_{AB} \cdot I_A$$

Sobre el Motor

Sabiendo que $1\text{HP} = 746\text{W}$ y por lo tanto la potencia útil que el motor es capaz de entregar en el eje será:

$$P_{\text{Motor}} = 10\text{HP} \Rightarrow P_{\text{Motor}} = 7460\text{W}$$

La potencia eléctrica consumida por el motor resulta entonces:

$$P_M = \frac{P_{\text{Motor}}}{\eta} = 9325\text{ W}$$

Por otro lado como:

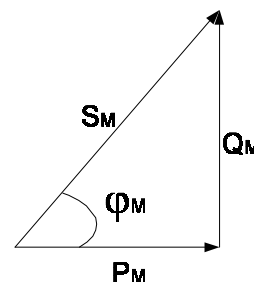
$$fp_{\text{Motor}} = 0,6 \text{ ind} \Rightarrow \varphi_{\text{Motor}} = 53,13^\circ$$

Haciendo uso del triángulo de Potencias

$$Q_M = P_M \operatorname{tg}(\varphi_{\text{Motor}}) = 12,430 \text{ kVAr}$$

Luego, la potencia compleja total del motor es:

$$\tilde{S}_M = P_M + j Q_M = (9325 + j 12430) \quad (1)$$



Por otro lado sabemos:

$$S_M = \sqrt{3} \cdot U'_{AB} \cdot I_{MA} \quad (2)$$

Juntando (1) y (2), y tomando como referencia U'_{AB} resulta:

$$I_{MA} = 17,25 \angle_{23,53^\circ} \text{ A}$$

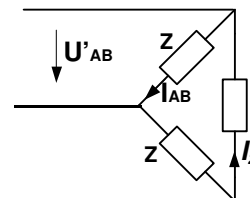
Sobre la carga Z conectada en triangulo

Como conocemos U'_{AB} es fácil calcular la corriente en cada z:

$$\dot{I}_{AB} = \frac{\dot{U}'_{AB}}{Z} = \frac{520 \angle_{0^\circ} \text{ V}}{30 \angle_{36,87^\circ} \Omega} = 17,33 \angle_{-36,87^\circ} \text{ A}$$

Haciendo uso del operador a podemos calcular la corriente pedida I_Z

$$\dot{I}_Z = \dot{I}_{CA} = a \dot{I}_{AB} = 1 \angle_{120^\circ} 17,33 \angle_{-36,87^\circ} \text{ A} = 17,33 \angle_{-83,13^\circ} \text{ A}$$



La potencia total consumida por Z resulta:

$$P_Z = 3 I_{AB}^2 \operatorname{Re}\{z\} = 3 \cdot (17,33)^2 \cdot 24 = 21,623 \text{ kW}$$

$$Q_Z = 3 I_{AB}^2 \operatorname{Im}\{z\} = 3 \cdot (17,33)^2 \cdot 18 = 16,217 \text{ kVAr}$$

Entonces, sobre la carga total (motor y carga Z) tenemos:

$$\tilde{S}_{\text{carga}} = (P_M + P_Z) + j (Q_M + Q_Z)$$

Por lo tanto

$$S_{\text{carga}} = \sqrt{(P_M + P_Z)^2 + (Q_M + Q_Z)^2} \\ = 42079 \text{ VA}$$

Y como $S_{\text{carga}} = \sqrt{3} \cdot U'_{AB} \cdot I_A$, podemos obtener el valor de la corriente pedida

$$I_A = 46,8 \text{ A}$$

b) Factor de potencia de la carga

Con los datos calculados en el item anterior P_{carga} y Q_{carga}

$$\varphi_{\text{carga}} = \arctg\left(\frac{Q_{\text{carga}}}{P_{\text{carga}}}\right) = \arctg\left(\frac{Q_M + Q_Z}{P_M + P_Z}\right) = 42,8^\circ \Rightarrow \text{fp}_{\text{carga}} = \cos(\varphi_{\text{carga}}) = 0,739 \text{ ind}$$

c) Tensión U al principio de la línea

Como debemos calcular la tensión en bornes del generador, debemos considerar la Z_{linea} y calcular P_{Linea} y Q_{Linea}

$$P_L = 3 I_A^2 \operatorname{Re}\{z_{\text{linea}}\} = 3 \cdot (46,8)^2 \cdot 1 = 6,57 \text{ kW}$$

$$Q_L = 3 I_A^2 \operatorname{Im}\{z_{\text{linea}}\} = 3 \cdot (46,8)^2 \cdot 1 = 6,57 \text{ kVAr}$$

En el generador tenemos una potencia compleja total de:

$$P_{\text{Gen}} = P_M + P_Z + P_{\text{linea}} = 37,775 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{Gen}} = Q_M + Q_Z + Q_{\text{linea}} = 35,15 \text{ kVAr}$$

Y una vez más, haciendo uso de la relación $S_{\text{Gen}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_A$, podemos calcular la tensión al inicio línea.

d) Corrección de factor de potencia de la carga a 0,98 ind

Debemos llegar a un fp de 0,98 ind, por lo tanto el ángulo resulta ser:

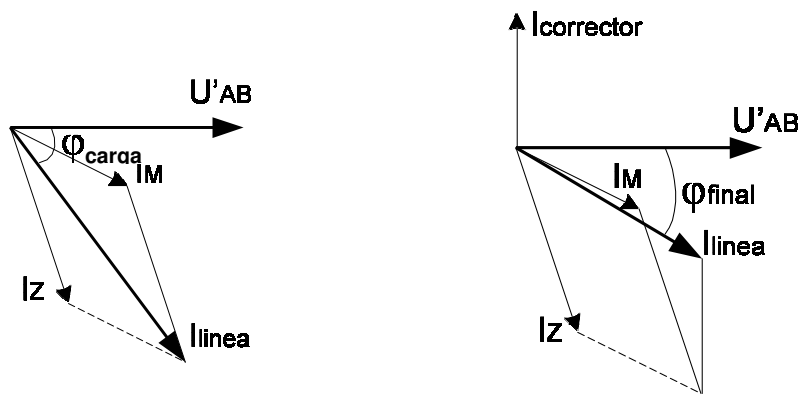
$$fp_{\text{final}} = 0,98 \text{ ind} \Rightarrow \varphi_{\text{final}} = 11,98^\circ$$

Como la tensión en bornes de la carga se debe mantener constante y no se agregarán elementos resistivos sabemos que:

$$P_{\text{final}} = P_{\text{carga}} = P_M + P_Z = 30,8745 \text{ kW}$$

Como el objetivo de la corrección del factor de potencia es la disminución de la corriente por la línea que alimenta la carga, colocaremos en paralelo con la misma un elemento reactivo que entregue una corriente reactiva pura de modo que el balance total de corrientes, de cómo resultado por la línea una corriente resultante con un ángulo de defasaje con la tensión de línea U'_{AB} de valor $\varphi_{\text{final}} = 11,98^\circ$.

A modo de ejemplo, lo anterior se puede ver en el siguiente diagrama fasorial



Por el triangulo de potencias: $Q_{\text{final}} = P_{\text{final}} \text{ tg}(\varphi_{\text{final}}) = 6,270 \text{ kVAr}$

Finalmente desde la situación pre-corrector a la final, el mismo deberá agregar:

$$Q_{\text{corrector}} = Q_{\text{final}} - Q_{\text{carga}} = -22,319 \text{ kVAr} \Rightarrow \text{Corrector capacitivo}$$

Dimensionamiento del corrector (conexión estrella)

$$|Q_{\text{corrector}}| = 3 \frac{U_A'^2}{X_C} = 3 \frac{(U'_{AB} / \sqrt{3})^2}{\frac{1}{\omega C}} = \omega C U_{AB}'^2 = 22,319 \text{ kVAr} \Rightarrow C = 262 \mu\text{F}$$

