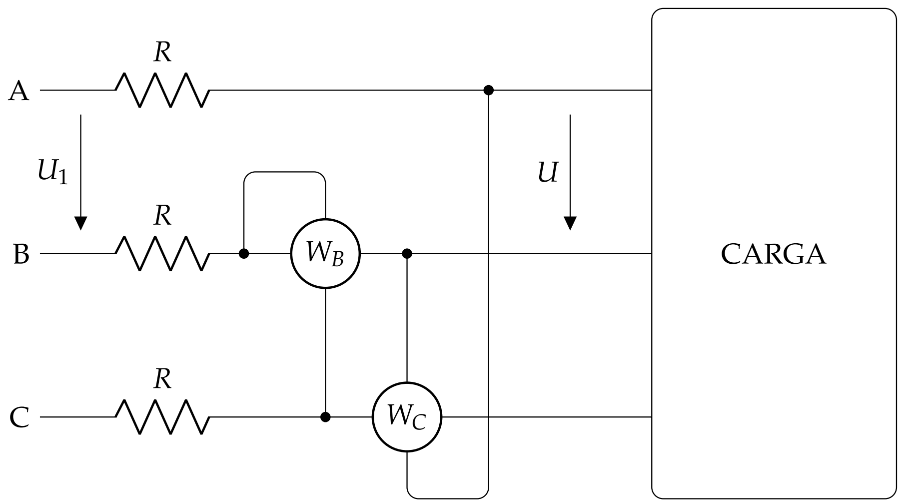
Ejercicio 7 de la colección de problemas

Enunciado:

En la figura, dos vatímetros miden una carga trifásica inductiva equilibrada, alimentada a una tensión $U = 400\,\text{V}$. El vatímetro W_B indica una lectura de $11\,320\,\text{W}$, y el vatímetro W_C indica una lectura de $1815\,\text{W}$. A partir de esta información se pide:

1. Determinar la secuencia de fases del sistema
2. Triángulo de potencias de la carga
3. Impedancia equivalente de la carga en estrella y en triángulo
4. Tensión de alimentación a la entrada de la línea U_1, sabiendo que la línea de alimentación es resistiva pura con valor $R = 0{,}1\,\Omega$
5. Capacidad de los condensadores que se deben conectar en bornes de la carga para conseguir mejorar su factor de potencia a la unidad

   Determinar las nuevas lecturas de los vatímetros W_B y W_C



Solución:

El vatímetro W_C está conectado de forma que mide la potencia reactiva:

$$W_C = \mp \frac{Q}{\sqrt{3}}$$

Dado que el vatímetro está conectado entre B y A, el signo negativo corresponde a SFD y el positivo a SFI ($BA \notin$ SFD, $BA \in$ SFI).

Dado que la carga es inductiva, consume potencia reactiva, luego $Q > 0$. Como $W_C > 0$, debemos elegir el signo positivo, lo que implica <u>SFI</u>.

Al vatímetro W_B podríamos añadirle un hipotético vatímetro W_A conectado en la fase A, midiendo tensión entre A y C, para emplear el método de los dos vatímetros:

$$W_B + W_A = P$$
$$W_B - W_A = \frac{Q}{\sqrt{3}} = W_C$$

Sumando ambas ecuaciones obtenemos:

$$P = 2\,W_B - W_C = 20\,825\,\mathrm{W}$$

La potencia reactiva se calcula directamente con el vatímetro W_C:

$$Q = \sqrt{3}\,W_C = 3143{,}7\,\mathrm{VAr}$$

Por tanto:

$$\overline{S} = 21\,060{,}9\underline{/8{,}58^\circ}\,\mathrm{VA}$$

El módulo de la impedancia en triángulo se obtiene con $Z_\triangle = U_L/I_f$. Teniendo en cuenta que $S = \sqrt{3}\,U_L\,I_L$ y que $I_L = \sqrt{3}\,I_f$, obtenemos $I_f = S/3U_L$. Por tanto:

$$\overline{Z}_\triangle = \frac{3\,U_L^2}{S}\underline{/8{,}58^\circ} = 22{,}8\underline{/8{,}58^\circ}\,\Omega$$

Para obtener la impedancia en estrella basta con usar las relaciones entre tensiones y corrientes de fase y línea:

$$Z_\curlywedge = \frac{U_f}{I_L} = \frac{1}{\sqrt{3}}\cdot\frac{U_L}{I_L}$$
$$Z_\triangle = \frac{U_L}{I_f} = \sqrt{3}\cdot\frac{U_L}{I_L}$$

Por tanto, $\overline{Z}_\curlywedge = \overline{Z}_\triangle/3 = 7{,}6\underline{/8{,}58^\circ}\,\Omega$

La corriente de línea es:

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3}\,U_L} = 30{,}4\,\mathrm{A}$$

La potencia disipada en la línea es:

$$P_L = 3\cdot I_L^2\cdot R_L = 277{,}23\,\mathrm{W}$$

La potencia aparente total a la entrada de la línea es:

$$S_T = \sqrt{(P+P_L)^2 + Q^2} = 21\,335{,}1\,\mathrm{VA}$$

Y, por tanto:

$$U_1 = \frac{S_T}{\sqrt{3}\,I_L} = 405{,}21\,\mathrm{V}$$

Suponiendo $f = 50\,\mathrm{Hz}$:

$$C_\triangle = \frac{Q}{3\,\omega\,U_L^2} = 20{,}85\,\mathrm{\mu F}$$

Ahora, dado que $Q' = 0\,\mathrm{VAr}$, las lecturas serán $W'_C = 0\,\mathrm{W}$ y $W'_B = P/2 = 10\,412{,}5\,\mathrm{W}$