

Примеры решения задач

Пример 1. Чему равна полная, реактивная и активная мощность в цепи с $R = 40 \text{ Ом}$, $X_C = 10 \text{ Ом}$ (рисунок 1) при протекании через них мгновенного значения тока $i(t) = 14\sin(\omega t + 45^\circ) \text{ А}$.

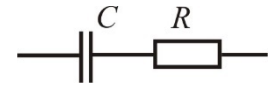


Рисунок 1

Решение

- 1) Найдем модуль комплекса полного сопротивления цепи:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{40^2 + 10^2} \approx 41,2 \text{ Ом}.$$

- 2) Найдем действующее значение тока

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{14}{\sqrt{2}} = 9,9 \text{ А}.$$

- 3) Найдем полную мощность как

$$S = I^2 \cdot Z = 9,9^2 \cdot 41,2 = 4041 \text{ ВА}.$$

- 4) Найдем реактивную мощность как

$$Q = I^2 X_C = 9,9^2 \cdot 10 = 980 \text{ вар}.$$

- 5) Найдем активную мощность как

$$P = I^2 \cdot R = 9,9^2 \cdot 40 = 3920 \text{ Вт}.$$

- 6) Проверим правильность расчета и найдем полную мощность через активную и реактивную составляющие

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{3920^2 + 980^2} \approx 4041 \text{ ВА}.$$

Полученное значение совпало со значением, полученным в п. 3.

Пример 2. Найти показание вольтметра и построить векторную диаграмму токов и напряжений для следующих исходных данных:

$$U = 5 \text{ В}, \quad R_1 = R_2 = 4 \text{ Ом},$$

$$P = 3,556 \text{ Вт}, \quad I = 0,734 \text{ А}$$

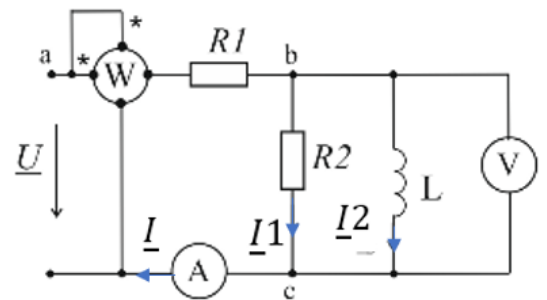


Рисунок 2

Решение

1. Из исходных данных определим коэффициент мощности:

$$\cos(\varphi) = \frac{P}{U \cdot I} = \frac{3,556}{5 \cdot 0,734} = 0,969.$$

2. Откуда найдем фазовый сдвиг как $\varphi = \arccos(0,957) = 14^\circ$.

3. Комплекс полного сопротивления цепи определим по закону Ома:

$$\underline{Z} = \frac{U}{I} \cdot e^{j\varphi} = \frac{5}{0,734} e^{j17^\circ} = 6,8e^{j14^\circ} \text{ Ом.}$$

4. Рассчитаем комплекс действующего значения тока в цепи по закону Ома

$$\underline{I} = \frac{U}{\underline{Z}} = \frac{5}{6,7e^{j17^\circ}} \approx 0,734e^{-j14^\circ} \text{ А.}$$

5. По закону Ома найдем комплексы действующих значений напряжений $\underline{U}_{ab}$ и $\underline{U}_{bc}$:

$$\underline{U}_{ab} = \underline{I}R_1 = 0,534e^{-j17^\circ} \cdot 4 \approx 2,936e^{-j14^\circ} \text{ В,}$$

$$\underline{U}_{bc} = \underline{U} - \underline{U}_{ab} = 5 - 2,936e^{-j14^\circ} \approx 2,274e^{j19^\circ} \text{ В.}$$

6. Модуль напряжения $\underline{U}_{bc}$, который равен 2,274 В, и будет показанием вольтметра.

По закону Ома найдем комплекс действующее значение тока $\underline{I}_1$:

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_{bc}}{R_2} = \frac{2,274e^{j19^\circ}}{4} = 0,569e^{j19^\circ} \text{ А.}$$

7. По первому закону Кирхгофа найдем комплекс действующее значение тока $\underline{I}_2$

$$\underline{I}_2 = \underline{I} - \underline{I}_1 = 0,734e^{-j14^\circ} - 0,569e^{j19^\circ} \approx 0,402e^{-j65^\circ} \text{ А.}$$

8. Проверим правильность расчета, определив по результатам расчета активную мощность, потребляемую цепью

$$P_{\text{расч.}} = I^2 \cdot R_1 + I_1^2 \cdot R_2 = 3,448 \text{ Вт}$$

Как видим, расчетное значение активной мощности, потребляемой схемой, совпадает с заданным значением показания ваттметра, равным 3,556 Вт, с погрешностью 3%. Расхождение можно объяснить погрешностью расчета за счет округления.

9. По результатам расчета построим векторные диаграммы токов и напряжений (см. рисунок 3, 4).

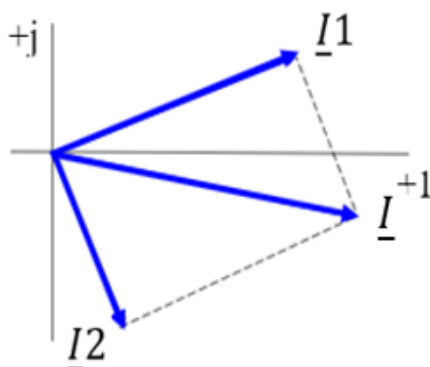


Рисунок 3

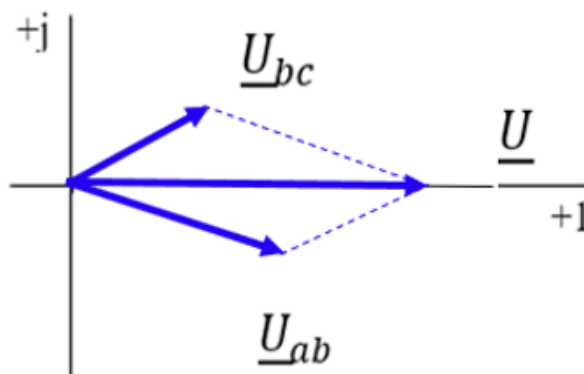


Рисунок 4

Из полученной векторной диаграммы видно, что:

- входное напряжение $\underline{U}$ опережает входной ток $\underline{I}$ на угол φ , который соответствует полученному расчетному значению фазового сдвига, равному 14° ;
- суммарное напряжение $\underline{U}_{ab}$ и $\underline{U}_{bc}$ равно 5 В с нулевой начальной фазой, что совпадает с заданным действующим значением входного напряжения $\underline{U}$.