

90 Расчёт параллельного соединения (пример)

Пример 10.1. Определить токи в ветвях электрической цепи (рис. 10.11), если $U = 100$ В, $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 4$ Ом, $X_L = 8$ Ом, $X_C = 3$ Ом.

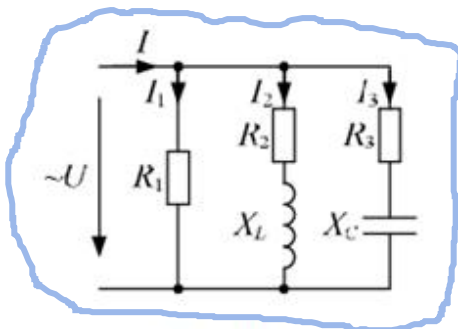


Рис. 10.11

Решение. Токи в параллельных ветвях определяем по закону Ома для участка электрической цепи:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{100}{10} = 10 \text{ А};$$

$$I_2 = \frac{U}{\sqrt{R_2^2 + X_L^2}} = \frac{100}{\sqrt{6^2 + 8^2}} = 10 \text{ А};$$

$$I_3 = \frac{U}{\sqrt{R_3^2 + X_C^2}} = \frac{100}{\sqrt{4^2 + 3^2}} = 20 \text{ А.}$$

Ток I в неразветвленной части цепи определяем по закону Ома для цепи: $I = UY$. Здесь $Y = \sqrt{g^2 + b^2}$ -- полная проводимость цепи

Активная проводимость g цепи, равная арифметической сумме активных проводимостей параллельных ветвей g_1, g_2, g_3 :

$$g_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ См};$$

$$g_2 = \frac{R_2}{R_2^2 + X_L^2} = \frac{6}{6^2 + 8^2} = 0,06 \text{ См};$$

$$g_3 = \frac{R_3}{R_3^2 + X_C^2} = \frac{4}{4^2 + 3^2} = 0,16 \text{ См};$$

$$g = g_1 + g_2 + g_3 = 0,1 + 0,06 + 0,16 = 0,32 \text{ См.}$$

Реактивная проводимость b цепи равна алгебраической сумме реактивных проводимостей параллельных ветвей. В первой ветви отсутствует реактивное сопротивление, значит, $b_1 = 0$. Тогда

$$b = b_3 - b_2;$$

$$b_2 = \frac{X_L}{R_2^2 + X_L^2} = \frac{8}{6^2 + 8^2} = 0,08 \text{ См};$$

$$b_3 = \frac{X_C}{R_3^2 + X_C^2} = \frac{3}{4^2 + 3^2} = 0,12 \text{ См};$$

$$b = b_3 - b_2 = 0,12 - 0,08 = 0,04 \text{ См.}$$

Полная проводимость

$$Y = \sqrt{g^2 + b^2} = \sqrt{0,32^2 + 0,04^2} = 0,322 \text{ См.}$$

Ток в неразветвленной части цепи

$$I = UY = 100 \cdot 0,322 = 32,2 \text{ А.}$$

Решим задачу в комплексном виде.

Комплекс тока первой ветви (з-н Ома) $\underline{I}_1 = \underline{U} / R_1 = 100 / 10 = 10 \text{ А.}$

Комплексное сопротивление второй ветви

$$\underline{Z}_2 = R_2 + jX_L = 6 + j8 \Rightarrow 10 \text{ e}^{j53,1^\circ} \text{ Ом.}$$

Ток второй ветви $\underline{I}_2 = \underline{U} / \underline{Z}_2 = 100 / 10 e^{j53,1^\circ} = 10 e^{-j53,1^\circ} = 6 - j8$ А.

Комплексное сопротивление третьей ветви

$$\underline{Z}_3 = R_3 - jX_C = 4 - j3 \Rightarrow 5 e^{-j36,9^\circ} \text{ Ом.}$$

Ток третьей ветви $\underline{I}_3 = \underline{U} / \underline{Z}_3 = 100 / 5 e^{-j36,9^\circ} = 20 e^{j36,9^\circ} = 16 + j12$ А.

Суммарный ток

$$\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = 10 + 6 - j8 + 16 + j12 = 32 + j4 \Rightarrow 32,25 e^{j7,1^\circ} \text{ А.}$$

Строим векторную диаграмму токов. По горизонтали в масштабе напряжений $m_U = 10$ В/см из точки 0 откладываем $U = 100$ В. Из неё же в масштабе токов $m_I = 5$ А/см откладываем вправо ток $\underline{I}_1 = 10$ А, вправо вниз ток $\underline{I}_2 = 6 - j8$ А, вправо вверх ток $\underline{I}_3 = 16 + j12$ А.

Складываем токи, из конца $\underline{I}_1$ проводим $\underline{I}_2$, из полученной точки проводим $\underline{I}_3$, получаем $\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = 32 + j4$ А.

