

102-103 Практическая работа №6. Баланс мощностей в разветвлённой цепи. Построение векторных диаграмм

Электрическая цепь, подключённая к сети переменного тока с напряжением $U = 230$ В и частотой 50 Гц, имеет параметры:

$R_1 = 8$ Ом; $R_2 = 7$ Ом; $R_3 = 9$ Ом; $L_1 = 28$ мГн; $L_2 = 22$ мГн; $C_3 = 220$ мкФ.

Токи рассчитаны:

$$I_1 = 9,6 - j5,97 \Rightarrow 11,3 e^{-j31,9^\circ} \text{ А.}$$

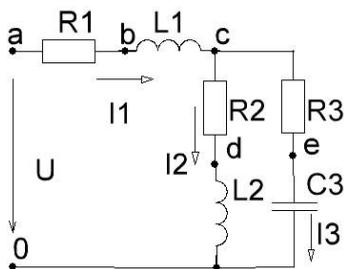
$$I_2 = 4,65 - j9,84 \Rightarrow 10,89 e^{-j64,7^\circ} \text{ А.}$$

$$I_3 = 4,92 + j3,87 \Rightarrow 6,26 e^{j38,2^\circ} \text{ А.}$$

5 Составить баланс активных и реактивных мощностей.

6 Построить векторную диаграмму токов и совмещённую с ней топографическую векторную диаграмму напряжений.

7 Записать ток 1 ветви как функцию времени и построить его график.



РЕШЕНИЕ.

5 Составим баланс активных и реактивных мощностей.

$$\text{Мощность источника } \underline{S} = \underline{U} \cdot \underline{I_1}^* = 230 \cdot (9,6 + j5,97) = 2208 + j1373 = P + jQ.$$

Активная мощность потребителей

$$R_1 \cdot I_1^2 + R_2 \cdot I_2^2 + R_3 \cdot I_3^2 = 8 \cdot 11,3^2 + 7 \cdot 10,89^2 + 9 \cdot 6,26^2 = 1022 + 830 + 353 = 2205 \text{ Вт. Погрешность } 0,13 \%$$

Реактивная мощность потребителей

$$X_{L1} \cdot I_1^2 + X_{L2} \cdot I_2^2 - X_{C3} \cdot I_3^2 = 8,79 \cdot 11,3^2 + 6,91 \cdot 10,89^2 - 14,48 \cdot 6,26^2 = 1122 + 819 - 567 = 1374 \text{ вар. Погрешность } 0,07 \%$$

6 Построим векторную диаграмму токов и совмещённую с ней топографическую векторную диаграмму напряжений.

Диаграмма начинается с точки 0 комплексной плоскости.

Откладываем по горизонтали напряжение источника 230 В в масштабе 20 В/см. Откладываем токи - в масштабе 2 А /см.

Убеждаемся, что $\underline{I_1} = \underline{I_2} + \underline{I_3}$. Рассчитываем напряжения на элементах второй ветви:

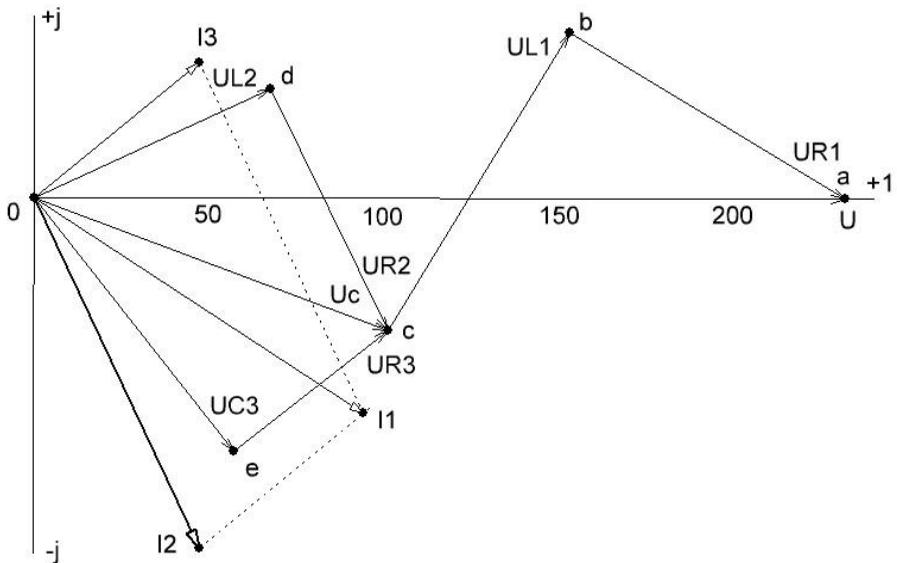
$\underline{U}_{L2} = \underline{I}_2 \cdot j X_{L2} = (4,65 - j9,84) \cdot j6,91 = 68 + j32,1$ В. Откладываем, получаем точку **d**. Убеждаемся что напряжение опережает по фазе ток на 90° .

$\underline{U}_{R2} = \underline{I}_2 \cdot R_2 = (4,65 - j9,84) \cdot 7 = 32,6 - j68,9$ В. Откладываем из точки **d**, получаем точку **c**. Убеждаемся, что напряжение совпадает по фазе с током. Определяем напряжение точки **c**

$$\underline{U}_c = \underline{U}_{L2} + \underline{U}_{R2} = 68 + j32,1 + 32,6 - j68,9 = 100,6 - j36,9 \text{ В.}$$

Рассчитываем напряжения на элементах третьей ветви:

$\underline{U}_{C3} = \underline{I}_3 \cdot (-j X_{C3}) = (4,92 + j3,87) \cdot (-j14,48) = 56 - j71,2$ В. Откладываем, получаем точку **e**. Убеждаемся что напряжение отстаёт по фазе от тока на 90° .



$\underline{U}_{R3} = \underline{I}_3 \cdot R_3 = (4,92 + j3,87) \cdot 9 = 44,3 + j34,8$ В. Откладываем из точки **e**, получаем точку **c**. Убеждаемся, что напряжение совпадает по фазе с током.

Рассчитываем напряжения на элементах первой ветви:

$\underline{U}_{L1} = \underline{I}_1 \cdot j X_{L1} = (9,6 - j5,97) \cdot j8,79 = 52,5 + j84,4$ В. Откладываем, из точки **c**, получаем точку **b**. Убеждаемся что напряжение опережает по фазе ток на 90° .

Определяем напряжение точки **b**

$$\underline{U}_b = \underline{U}_C + \underline{U}_{I1} = 100,6 - j36,9 + 52,5 + j84,4 = 153,1 + j47,5 \text{ В.}$$

$\underline{U}_{R1} = I_1 \cdot R_2 = (9,6 - j5,97) \cdot 8 = 76,8 - j47,8 \text{ В.}$ Откладываем из точки **b**, получаем точку **a**. Убеждаемся, что напряжение совпадает по фазе с током.

Убеждаемся, что точка **a** попадает на конец вектора напряжения.

Определяем напряжение точки **a**

$$U_a = \underline{U}_b + \underline{U}_{R1} = 153,1 + j47,5 + 76,8 - j47,8 = 230 - j0,3 \text{ В.}$$

7* Запишем ток 1 ветви как функцию времени и построим его график.

Определим амплитудное значение тока

$$I_{1M} = I_1 \cdot \sqrt{2} = 11,3 \cdot 1,41 = 15,9 \text{ А.}$$

Мгновенное значение тока

$$i = I_{1M} \sin(\omega t + \psi_i) = 15,9 \sin(314t - 31,9^\circ) \text{ А.}$$
 Строим график синусоиды

Нулевое значение ток имеет при $31,9^\circ$, его амплитуда 15,9 А.

