

СОДЕРЖАНИЕ

<u>РЗГ №2. Задание и исходные данные.....</u>	<u>3</u>
<u>Определение комплексов действующих токов в ветвях по методу двух узлов.....</u>	<u>3</u>
<u>Расчет баланса активной и реактивной мощностей источников и нагрузок.....</u>	<u>4</u>
<u>Векторные диаграммы напряжений и токов цепи.....</u>	<u>5</u>
<u>ЛИТЕРАТУРА.....</u>	<u>6</u>

РЗГ №2. Задание и исходные данные

Для электрической цепи переменного тока, изображенной на рисунке 1, необходимо:

- определить комплексы действующих значений токов в ветвях методом узловых потенциалов;
- составить баланс активной и реактивной мощностей цепи;
- построить топографическую диаграмму комплексных потенциалов узлов цепи, совмещенную с векторной диаграммой токов, приняв потенциал узла **a** равным нулю.

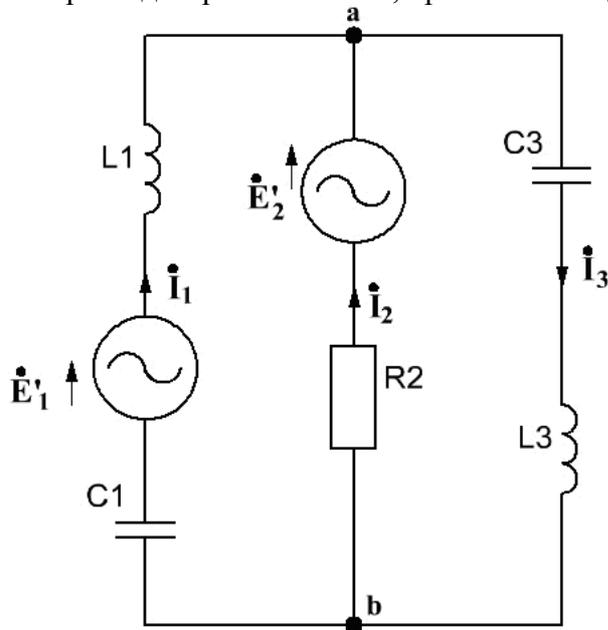


Рисунок 1. электрическая схема разветвленной цепи переменного тока

Параметры электрической цепи сведены в таблицу 1:

Таблица 1. Параметры электрической схемы						
L_1 , Гн	C_1 , мкФ	R_2 , Ом	L_3 , Гн	C_3 , мкФ	f , Гц	Источники ЭДС, В
0,402	354	25	0,228	265	15	$e_1'(\omega) = 71 \sin(\omega t - 103^\circ)$ $e_2'(\omega) = 85 \sin(\omega t + 317^\circ)$

Определение комплексов действующих токов в ветвях по методу двух узлов

Комплекс тока в ветви можно выразить суммой комплексов токов, обусловленных разностью потенциалов на концах рассматриваемой ветви и наличием источника ЭДС. Таким образом, для заданной цепи справедливо:

$$\begin{cases} \dot{I}_1 = \frac{\dot{E}'_1 - \dot{U}_{ab}}{\bar{Z}_1} \\ \dot{I}_2 = \frac{\dot{E}'_2 - \dot{U}_{ab}}{R_2} \\ \dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_{ab}}{\bar{Z}_3} \\ \dot{I}_3 - \dot{I}_2 - \dot{I}_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow \frac{\dot{U}_{ab}}{\bar{Z}_3} - \frac{\dot{E}'_2 - \dot{U}_{ab}}{R_2} - \frac{\dot{E}'_1 - \dot{U}_{ab}}{\bar{Z}_1} = 0 \Rightarrow \dot{U}_{ab} = \frac{\frac{1}{\bar{Z}_1} \dot{E}'_1 + \frac{1}{R_2} \dot{E}'_2}{\frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_3} + \frac{1}{R_2}}, \quad (1)$$

где:

$$\begin{aligned} \bar{Z}_1 &= j \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} \right) = j \left(30\pi \cdot 0,402 - \frac{10^6}{30\pi \cdot 354} \right) = j7,915 \text{ Ом}; \\ \bar{Z}_3 &= j \left(\omega L_3 - \frac{1}{\omega C_3} \right) = j \left(30\pi \cdot 0,228 - \frac{10^6}{30\pi \cdot 265} \right) = -j18,55 \text{ Ом}; \\ \dot{E}'_1 &= \frac{71}{\sqrt{2}} e^{-j103^\circ} = 50,205 e^{-j1,798} \text{ В}; \\ \dot{E}'_3 &= \frac{85}{\sqrt{2}} e^{j317^\circ} = 60,104 e^{-j0,75} \text{ В}. \end{aligned}$$

Таким образом, разность потенциалов между двумя узлами цепи будет равна:

$$\dot{U}_{ab} = \frac{\frac{1}{j7,915} \cdot 50,205 e^{-j1,798} + \frac{1}{25} \cdot 60,104 e^{-j0,75}}{\frac{1}{j7,915} - \frac{1}{j18,55} + \frac{1}{25}} = 53,504 e^{-j2,027} \text{ В}.$$

Согласно системе уравнений (1), комплексы действующих токов ветвях будут равны:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= \frac{50,205 e^{-j1,798} - 53,504 e^{-j2,027}}{j7,915} = 1,557 e^{-j1,643} \text{ А}; \\ \dot{I}_2 &= \frac{50,205 e^{-j1,798} - 53,504 e^{-j2,027}}{25} = 2,716 e^{j0,104} \text{ А}; \\ \dot{I}_3 &= \frac{53,504 e^{-j2,027}}{-j18,55} = 2,884 e^{-j0,456} \text{ А}. \end{aligned}$$

Расчет баланса активной и реактивной мощностей источников и нагрузок

Комплекс полной мощности источников ЭДС будет равен:

$$\tilde{S} = \dot{E}'_1 \cdot \dot{I}_1 + \dot{E}'_2 \cdot \dot{I}_2 = 50,205 e^{-j1,798} \cdot 1,557 e^{j1,643} + 60,104 e^{-j0,75} \cdot 2,716 e^{j0,104} = 184,448 - j135,135 \text{ ВА}$$

Активная и реактивная мощности источников:

$$\begin{aligned} P_H &= \operatorname{Re}(S) = 184,448 \text{ Вт}; \\ Q_H &= \operatorname{Im}(S) = -135,135 \text{ Вар}. \end{aligned}$$

Активная и реактивная мощности всех нагрузок цепи:

$$P_H = R_2 \cdot I_2^2 = 25 \cdot 2,714^2 = 184,448 \text{ Вт};$$

$$Q_H = \text{Im}(\bar{Z}_1) \cdot I_1^2 + \text{Im}(\bar{Z}_3) \cdot I_3^2 = 7,915 \cdot 2,716^2 - 18,55 \cdot 2,884^2 = -135,135 \text{ Вар}.$$

Баланс мощностей соблюдается – расчет токов выполнен верно.

Векторные диаграммы напряжений и токов цепи

Комплексы напряжений на элементах цепи будут равны:

$$\dot{U}_{L1} = j\omega L_1 \cdot \dot{I}_1 = j30\pi \cdot 0,402 \cdot (-0,113 - j1,553) = 58,828 - j4,269 = 58,983e^{-j0,072} \text{ В};$$

$$\dot{U}_{C1} = -j \frac{1}{\omega C_1} \cdot \dot{I}_1 = -j \frac{10^6}{30\pi \cdot 354} \cdot (-0,113 - j1,553) = -46,538 + j3,377 = 46,661e^{j3,069} \text{ В};$$

$$\dot{U}_{R2} = R_2 \dot{I}_2 = 25 \cdot (2,702 + j0,281) = 67,54 + j7,035 = 67,906e^{j0,104} \text{ В};$$

$$\dot{U}_{L3} = j\omega L_3 \cdot \dot{I}_3 = j30\pi \cdot 0,228 \cdot (2,589 - j1,271) = 27,318 + j55,632 = 61,978e^{j1,114} \text{ В};$$

$$\dot{U}_{C3} = -j \frac{1}{\omega C_3} \cdot \dot{I}_3 = -j \frac{10^6}{30\pi \cdot 265} \cdot (2,589 - j1,271) = -50,901 - j103,658 = 115,481e^{-j2,027} \text{ В}.$$

Топографическая векторная диаграмма напряжений по контуру C3 – L3 – C1 – E1 – L1 и совмещенная с ней векторная диаграмма токов изображены на рисунке 2.

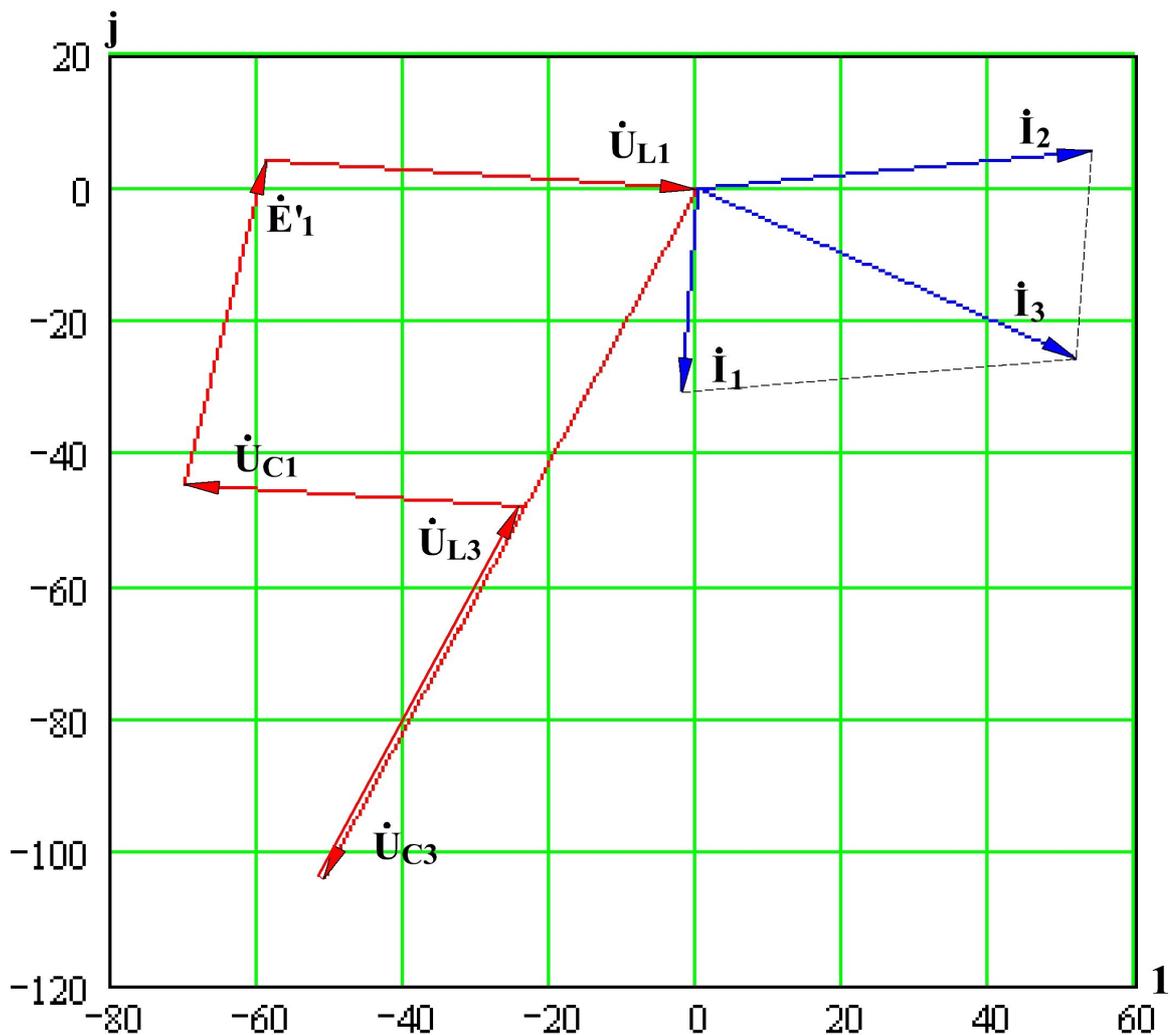


Рисунок 2. Векторная диаграмма напряжений на элементах и токов в ветвях цепи; масштаб токов 20:1

ЛИТЕРАТУРА

1. Атабеков Г. И. Основы теории цепей. Учебник для вузов. М., «Энергия», 1969. 424 с. с илл.
2. Ю. Г. Толстов, А. А. Теврюков Теория электрических цепей. Учеб. пособие для электротехнич. и радиотехнич. специальностей вузов. М., «Высшая школа», 1971. 296 с. с илл.