Практическое занятие №6

Проверка домашнего задания.

Тема. Расчет разветвленных цепей синусоидального тока. Построение топографической диаграммы

Цель: освоить методику составления уравнений по законам Кирхгофа, методом узловых потенциалов; построения векторных и топографических диаграмм.

Наглядное, качественное и количественное представление о величинах и фазовых соотношениях, устанавливающихся в цепи между напряжениями, обеспечивают топографические диаграммы. Каждой точке электрической цепи синусоидального тока соответствует потенциал, который можно изобразить на комплексной плоскости в виде вектора. Потенциал одной из точек, как правило, принимают равным нулю. Совокупность векторов на плоскости, изображающих потенциалы различных точек цепи, когда каждой точке схемы соответствует определенная точка на плоскости векторов, называется топографической диаграммой. На такой диаграмме напряжение между двумя любыми точками цепи определяется разностью двух векторов, изображающих их потенциалы.

Задача.

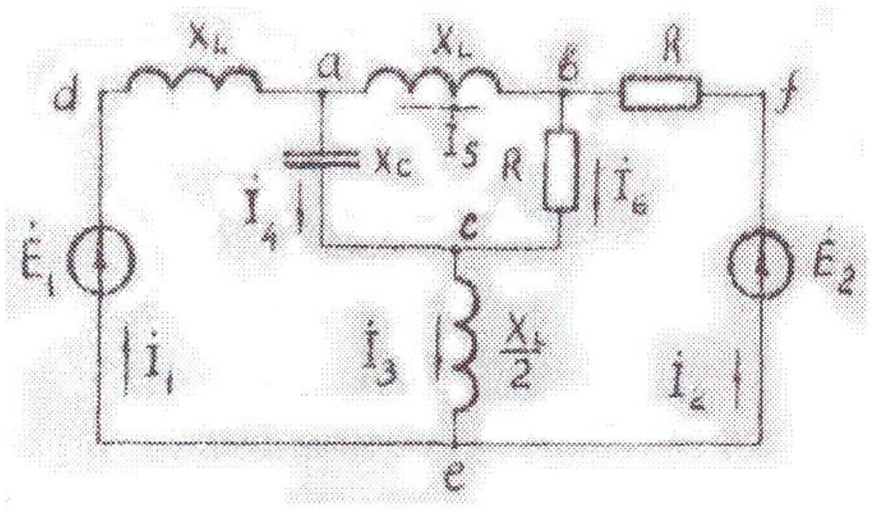


рис. 1

Цель. Определить мгновенные значения токов в схеме, построить топографическую диаграмму напряжений, определять U_{ab} составить баланс мощности.

Условие

$R = 3$ Ом,

$X_L = X_C = 3$ Ом

$E_1 = 6$ В

$E_2 = 6e^{j90^o}$ В

План решения

1.Выбрать направления, токов в ветвях по схеме рис. 1

2. Преобразовать треугольник сопротивлений, включенный между точками *a, в*, и с, в звезду сопротивлений (рис.2).

3. Методом узловых потенциалов определить токи в преобразованной схеме и потенциалы точек соединения элементов.

4. Построить топографическую диаграмму, определить по ней напряжение U_{ab} (рис.3).

5. Определить токи в схеме рис..1.

6. Составить и решить уравнение баланса мощности.

Решение

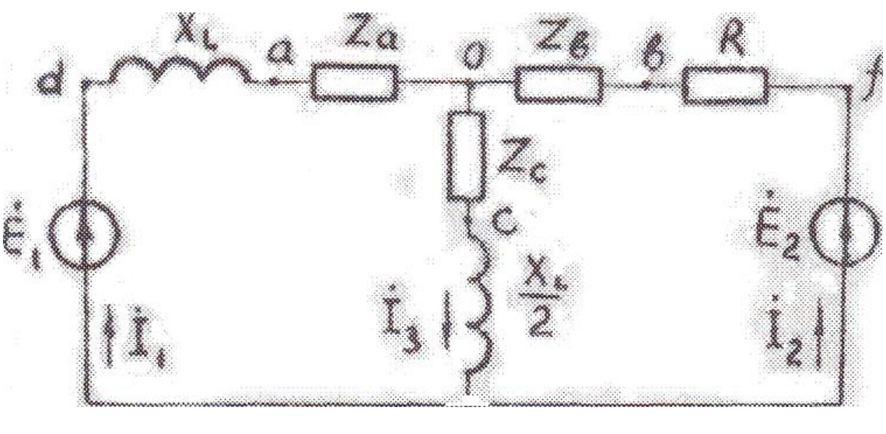


рис. 2

1. Направление комплексных токов показано на рис. 2.

2.

$$\underline{Z}_A = \frac{jX_L(-jX_C)}{R + jX_L - jX_C} = 3 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_B = \frac{jX_L \cdot R}{R + jX_L - jX_C} = j3 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_C = \frac{-jX_C \cdot R}{R + jX_L - jX_C} = -j3 \text{ Ом}$$

3.

$$\varphi_e = 0$$

$$\varphi_0 = \frac{\underline{E}_1 \cdot \underline{Y}_1 + E_2 \underline{Y}_2}{\underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 + \underline{Y}_3}$$

$$\underline{Y}_1 = \frac{1}{jX_C + \underline{Z}_A} = \frac{1}{3 + j3} = \frac{1}{3\sqrt{2}} e^{-j45^\circ} \text{ См}$$

$$\underline{Y}_2 = \frac{1}{R + \underline{Z}_B} = \frac{1}{3 + j3} = \frac{1}{3\sqrt{2}} e^{-j45^\circ} \text{ См}$$

$$\underline{Y}_3 = \frac{1}{(jX_L/2) + \underline{Z}_C} = \frac{1}{3 + j3} = \frac{2}{3} e^{j90^\circ} \text{ См}$$

$$\varphi_0 = 3\sqrt{2} \cdot e^{-j45^\circ} = 3 - j3 \text{ В}$$

$$I_1 = \frac{E_2 - \varphi_0}{jX_L + \underline{Z}_A} = \frac{6 - 3 - j3}{3 + j3} = 1 \text{ А}$$

$$I_2 = \frac{E_2 - \varphi_0}{R + \underline{Z}_B} = \frac{j6 - 3 - j3}{3 + j3} = 1 + j2 = 2{,}24 \cdot e^{j63{,}4^\circ} \text{ А}$$

4.

$$\underline{I}_3 = \frac{E_2 - \varphi_0}{jX_L/2 + \underline{Z}_C} = 2 + j2 = 2\sqrt{2} \cdot e^{j45^\circ} \text{ А}$$

$$\underline{\varphi}_{\text{d}} = E_1 = 6 \text{ В}$$

$$\underline{\varphi}_1 = E_2 = j6 \text{ В}$$

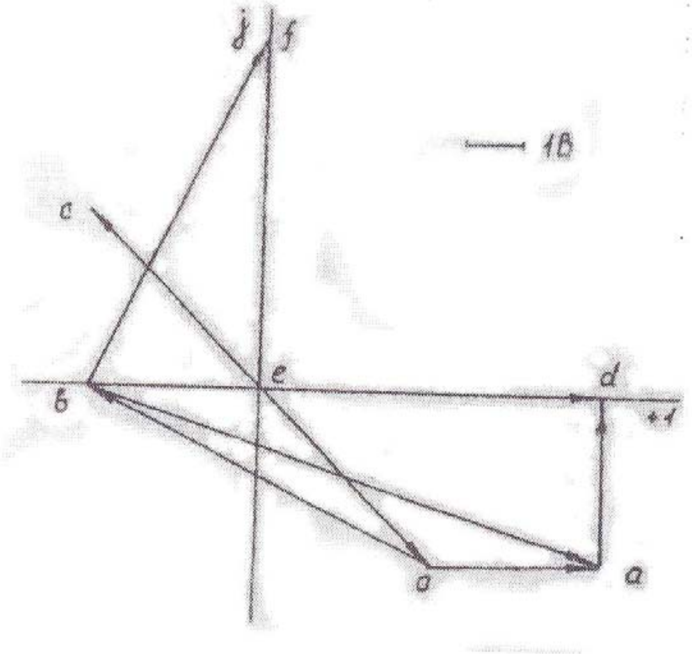
$$\underline{\varphi}_{\text{A}} = \underline{\varphi}_0 + \underline{Z}_a I_1 = 6 - j3 \text{ В}$$

$$\varphi_{\text{B}} = \varphi_0 + Z_b I_2 = -j3 \text{ В}$$

$$\varphi_{\text{C}} = jX_L/2 \cdot I_3 = -3 + j3 \text{ В}$$

5.

$$\dot{U}_{ab} = 9 - j3 \text{ В}$$



6. $$\dot{I}_4 = \frac{\underline{\varphi}_A - \underline{\varphi}_C}{-jX_C} = 2 + j3 = 3{,}6 \cdot e^{j56{,}3^\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_5 = \frac{\underline{\varphi}_A - \underline{\varphi}_B}{-jX_L} = -1 - j3 = 3{,}16 \cdot e^{-j108{,}5^\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_6 = \frac{\underline{\varphi}_B - \underline{\varphi}_C}{R} = 1 \cdot e^{j90^\circ} \text{ A}$$

$i_1 = 1{,}41 \cdot \sin \omega t$ A

$i_2 = 3{,}15 \cdot \sin(\omega t + 63{,}4^\circ)$ A

$i_3 = 4 \cdot \sin(\omega t + 45^\circ)$ A

$i_4 = 5{,}1 \cdot \sin(\omega t + 56{,}3^\circ)$ A

$i_5 = 4{,}45 \cdot \sin(\omega t - 108{,}5^\circ)$ A

$i_6 = 1{,}41 \cdot \sin(\omega\omega - 90^\circ)$ A

$$E_1 \cdot I_1 + E_2 \cdot I_2 = jX_{L1} \cdot I_1^2 + R \cdot I_2^2 + j\frac{jX_L}{2} \cdot I_3^2 +$$

$$+(-jX_C) \cdot I_4^2 + jX_L \cdot I_5^2 + R \cdot I_6^2 =$$

$$= 6 \cdot 1 + j6 \cdot (1 - j2) = 18 + j6$$

$P_{ucm} = 18$ Вт

$Q_{ucm} = 6$ ВАР

$1 \cdot j3 + 5 \cdot 3 + j1{,}5 \cdot 8 + (-j3) \cdot 13 + j3 \cdot 10 + 3 \cdot 1 = 18 + j6$

$P_{np} = 18$ Вт

$Q_{np} = 6$ ВАР

$\underline{\text{S}}_{\text{ист}} = \underline{\text{S}}_{\text{пр}}$

Выводы по задаче

1. К разветвленной схеме синусоидального тока применимы все метода расчета, используемые в цепях постоянного года.

2. Решение уравнения баланса мощности позволяем проверить правильность определения токов.

Домашнее задание.

Пример 14.1 [9.1.7].