



Электротехника и электроника

Модуль электротехника

Домашнее задание № 2

Анализ цепей синусоидального тока

Методом комплексных амплитуд

Группа: М32111

Вариант: № 222

Выполнил: Акберов Рустам Ханкишиевич

Дата сдачи: 15.03.2023

Контрольный срок сдачи: 10.03.2023

Количество баллов:

СПб – 2023

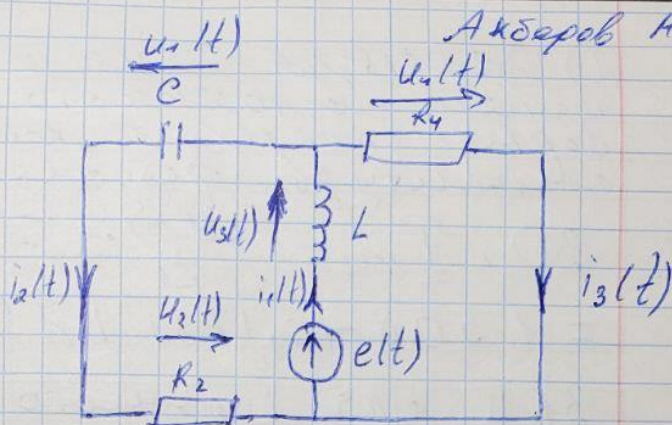
Дано:

$$C = 1000 \text{ [мкФ]}$$

$$R_2 = 5 \text{ [Ом]}$$

$$L = 60 \text{ [мГн]}$$

$$R_4 = 5 \text{ [Ом]}$$

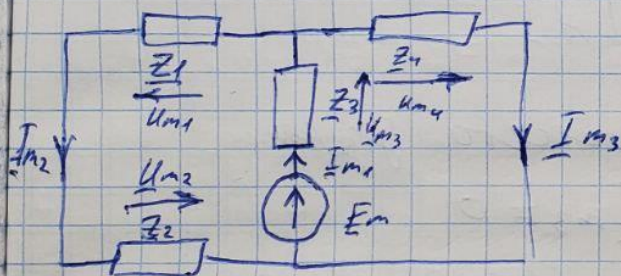


Ахмедов НЗ2118

$$u_1 = 15,189 \cdot \sin(100t - 96,71^\circ) \text{ [В]}$$

Решение

1) Составить комплексную схему замещения и определить ее параметры



$$\begin{aligned} \underline{U}_{m1} &= 15,189 \cdot e^{-96,71^\circ} = 15,189 (\cos(-96,71^\circ) + \\ &+ i \sin(-96,71^\circ)) = 15,189 (-0,117 - i0,993) = \\ &= -1,777 - 15,083 i \text{ [В]} \end{aligned}$$

$$\underline{Z}_1 = -X_C \cdot i = -\left(\frac{1}{\omega \cdot C}\right) \cdot i = -10i = 10 \cdot e^{-90^\circ i} \text{ [Ом]}$$

$$\underline{Z}_2 = \underline{Z}_4 = R_2 = R_4 = 5 = 5 \cdot e^{0^\circ i} \text{ [Ом]}$$

$$\underline{Z}_3 = X_L \cdot i = \omega \cdot L \cdot i = 100 \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot i = 6 \cdot i = 6 \cdot e^{90^\circ i} \text{ [Ом]}$$

2) Используя 3-ки и метод расчёта цепей постоянного тока в комплексной форме определить комплексные амплитуды требуемых токов и напряжений

$$\text{ЗО: } \underline{I}_{m2} = \frac{\underline{U}_{m1}}{\underline{Z}_1} = \frac{-1,777 - 15,083i}{-10i} = 1,508 - 0,178i \text{ [A]} \approx 1,519 \cdot e^{-6,732^\circ} \text{ [A]}$$

ЗК II для большого контура

$$\underline{U}_{m1} + \underline{Z}_2 \underline{I}_{m2} - \underline{Z}_4 \underline{I}_{m3} = 0$$

$$\underline{I}_{m3} = \frac{\underline{U}_{m1} + \underline{Z}_2 \underline{I}_{m2}}{\underline{Z}_4} = \frac{-1,777 - 15,083i + 5 \cdot (1,508 - 0,178i)}{5} = 1,153 - 3,195i$$

$$\approx 3,397 \cdot e^{-70,157^\circ} \text{ [A]}$$

ЗКИ для центрального узла

$$\underline{I}_{m2} - \underline{I}_{m1} + \underline{I}_{m3} = 0$$

$$\underline{I}_{m1} = \underline{I}_{m2} + \underline{I}_{m3} = 1,508 - 0,178i + 1,153 - 3,195i = 2,661 - 3,373i \approx 4,296 \cdot e^{-51,750^\circ} \text{ [A]}$$

$$\text{ЗО: } \underline{U}_{m2} = \underline{Z}_2 \cdot \underline{I}_{m2} = 5 \cdot (1,508 - 0,178i) = 7,54 - 0,89i \approx 7,592 \cdot e^{-6,732^\circ} \text{ [B]}$$

$$\text{ЗО: } \underline{U}_{m3} = \underline{Z}_3 \cdot \underline{I}_{m1} = 6i \cdot (2,661 - 3,373i) = 20,238 + 15,966i \approx 25,778 \cdot e^{38,27^\circ} \text{ [B]}$$

$$30: \underline{U}_{m4} = \underline{Z}_4 \cdot \underline{I}_{m3} = 5 \cdot (1,153 - 3,195i) =$$

$$= 5,765 - 15,975i \approx 16,983 e^{-79,157^\circ} [B]$$

Зк II для правого контура

$$\underline{U}_{m3} + \underline{U}_{m4} = \underline{E}_m$$

$$\underline{E}_m = \underline{U}_{m3} + \underline{U}_{m4} = (20,238 + 15,966i) +$$

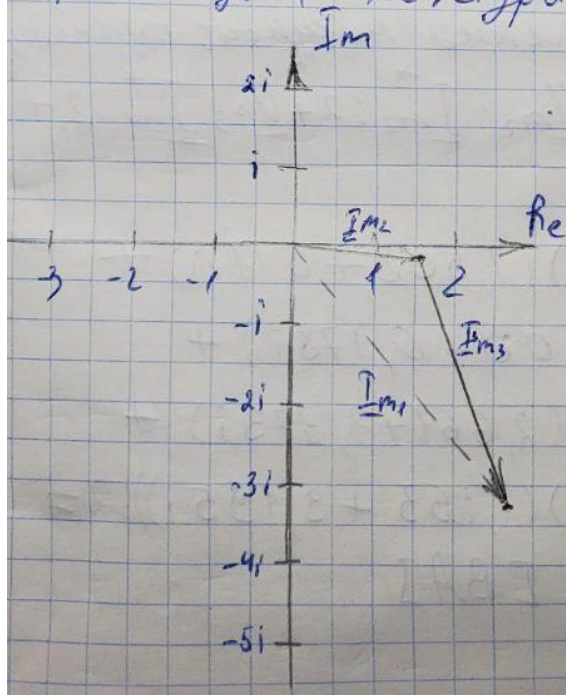
$$+ (5,765 - 15,975i) = 26,003 - 0,009i \approx$$

$$\approx 26,003 e^{-0,02^\circ} [B]$$

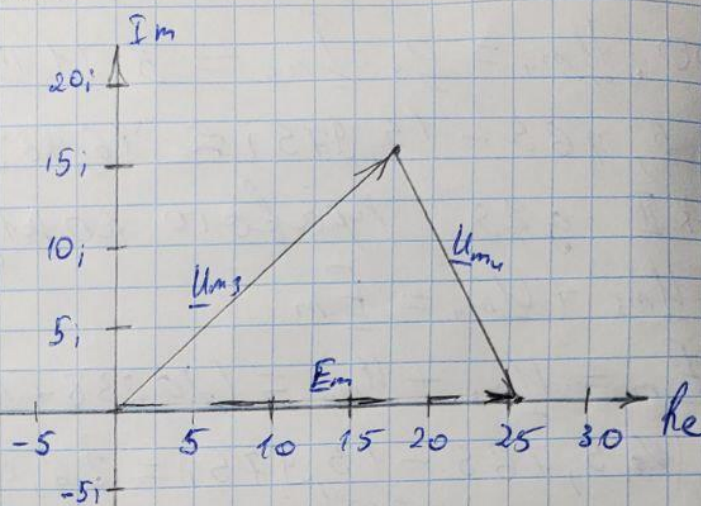
3) Построить векторные диаграммы для любого узла и любого контура

\underline{I}_p - е для узла $\underline{I}_{m1} = \underline{I}_{m2} + \underline{I}_{m3}$

\underline{U}_p - е для контура $\underline{E}_m = \underline{U}_{m3} + \underline{U}_{m4}$



векторные
диаграммы
суммиров



4) Составить баланс мощностей
- полная комплексная мощность источника

$$S_{\Sigma} = E_m \cdot \underline{I}_m^* : 2 = (26,003 - 0,009i) \times \\ \times (2,661 + 3,373i) : 2 = 34,612 + 43,842i \text{ [ВА]}$$

- полная комплексная мощность потребителей

$$S_n = \underline{U}_{m1} \cdot \underline{I}_{m2}^* : 2 + \underline{U}_{m2} \cdot \underline{I}_{m2}^* : 2 + \underline{U}_{m3} \cdot \underline{I}_{m1}^* : 2 + \\ + \underline{U}_{m4} \cdot \underline{I}_{m3}^* : 2 = \\ = (-1,777 - 15,083i)(1,508 + 0,178i) + \\ + (7,54 - 0,89i)(1,508 + 0,178i) + \\ + (20,238 + 15,966i)(2,661 + 3,373i) + \\ + (5,765 - 15,975i)(1,153 + 3,195i) : 2 = \\ = 34,612 + 43,842i \text{ [ВА]}$$

- Суммарная активная мощность

$$P = R_2 \cdot I_{m_2}^2 : 2 + R_4 \cdot I_{m_3}^2 : 2 = \\ = \frac{5}{2} \cdot (2,306 + 11,537) = 34,608 \text{ [Вт]}$$

- Суммарная реактивная мощность

$$Q = X_L \cdot I_{m_1}^2 : 2 - X_C \cdot I_{m_2}^2 : 2 = \\ = (48,458 \cdot 6 - 10 \cdot 2,306) : 2 = 43,844 \text{ [ВА]}$$

$$S_u \approx S_n \approx P + iQ \approx 34,612 + 43,842i \text{ [ВА]}$$

Баланс мощностей соблюдается

5) Перейти от комплексных амплитуд токов и напряжений к мгновенным значениям

$$x_m = X_m \cdot e^{j\varphi} \Rightarrow x(t) = X_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

Ответ:

$$i_3(t) \approx 3,397 \cdot \sin(100t - 70,157^\circ), \text{ [А]}$$

$$i_2(t) \approx 1,519 \cdot \sin(100t - 6,732^\circ), \text{ [А]}$$

$$i_1(t) \approx 4,296 \cdot \sin(100t - 51,73^\circ), \text{ [А]}$$

$$u_2(t) \approx 7,592 \cdot \sin(100t - 6,732^\circ), \text{ [В]}$$

$$u_3(t) \approx 25,778 \cdot \sin(100t + 38,27^\circ), \text{ [В]}$$

$$u_4(t) \approx 16,983 \cdot \sin(100t - 70,157^\circ), \text{ [В]}$$

$$e(t) \approx 26,003 \cdot \sin(100t - 0,02^\circ), \text{ [В]}$$

$$S_u = S_n = P + iQ = 34,612 + 43,842i \text{ [ВА]}$$