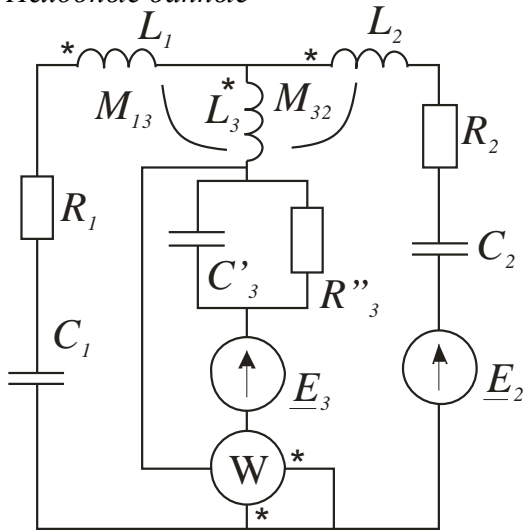


Исходные данные



$$\begin{aligned}
 R_1 &= 1.54 \quad \text{Ом} & L_1 &= 16 \cdot 10^{-3} \quad \text{Гн} & C_1 &= 318 \cdot 10^{-6} \quad \Phi & n &= 13 \\
 R_2 &= 4.51 \quad \text{Ом} & L_2 &= 31 \cdot 10^{-3} \quad \text{Гн} & C_2 &= 211 \cdot 10^{-6} \quad \Phi & N &= 18 \\
 R''_3 &= 34.5 \quad \text{Ом} & L_3 &= 19.1 \cdot 10^{-3} \quad \text{Гн} & C'_3 &= 122 \cdot 10^{-6} \quad \Phi & & \\
 k_{32} &= 0.593 & k_{13} &= 0.732 & & & &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= 15.6 \cdot (n + N) \cdot e^{i \cdot [10 \cdot (n + N)] \text{deg}} \quad \text{В} & E_2 &= 483.6 \cdot e^{(310.0i) \cdot \text{deg}} \quad \text{В} \\
 E_3 &= 9.4 \cdot (n + N) \cdot e^{i \cdot [58 + 10 \cdot (n + N)] \text{deg}} \quad \text{В} & E_3 &= 291.4 \cdot e^{(368.0i) \cdot \text{deg}} \quad \text{В}
 \end{aligned}$$

частота $f = 50 \text{ Гц}$

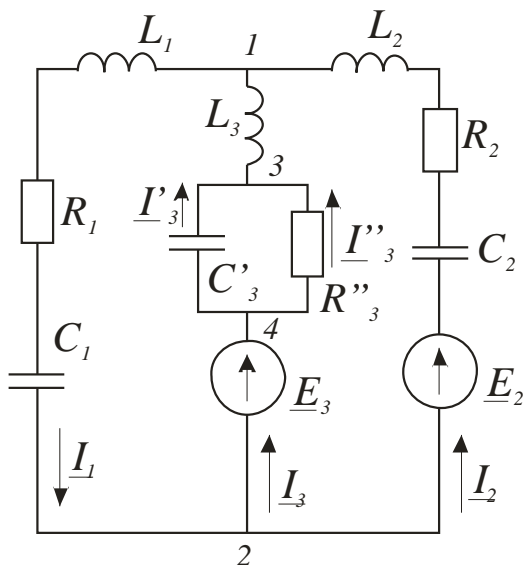
В данной работе приняты обозначения: $\text{deg} = \text{град}$ i - мнимая единица

Часть первая

Считаем, что индуктивная связь между катушками отсутствует

1. Определить токи во всех ветвях заданной схемы

Обозначим на схеме узлы и произвольно укажем условно-положительные направления токов



Определим реактивные комплексные сопротивления

$$\begin{aligned} X_{L1} &= i \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_1 = 5.03i \quad \text{Ом} & X_{C1} &= -i \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_1} = -10.01i \quad \text{Ом} \\ X_{L2} &= i \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_2 = 9.74i \quad \text{Ом} & X_{C2} &= -i \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_2} = -15.09i \quad \text{Ом} \\ X_{L3} &= i \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_3 = 6i \quad \text{Ом} & X_{C3} &= -i \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C'_3} = -26.09i \quad \text{Ом} \end{aligned}$$

Для упрощения решения найдем комплексные сопротивления ветвей

$$Z_1 = X_{L1} + X_{C1} + R_1 = 5.03i + -10.01i + 1.54 \quad \text{Ом}$$

$$Z_1 = 1.54 - 4.98i \quad \text{Ом} \quad Z_1 = 5.21 \cdot e^{(-72.82 \text{ deg})i} \quad \text{Ом}$$

$$Z_2 = X_{L2} + X_{C2} + R_2 = 9.74i + -15.09i + 4.51 \quad \text{Ом}$$

$$Z_2 = 4.51 - 5.35i \quad \text{Ом} \quad Z_2 = 7 \cdot e^{(-49.87 \text{ deg})i} \quad \text{Ом}$$

$$Z_3 = X_{L3} + \frac{X_{C3} \cdot R''_3}{X_{C3} + R''_3} = 6i + \frac{(-26.09i) \cdot 34.5}{(-26.09i + 34.5)} = 6i + (12.55 - 16.6i)$$

$$Z_3 = 12.55 - 10.6i \quad \text{Ом} \quad Z_3 = 16.43 \cdot e^{(-40.18 \text{ deg})i} \quad \text{Ом}$$

2. Определим токи в ветвях методом 2х узлов

$$\begin{aligned} U_{12} &= \frac{\frac{E_2}{Z_2} + \frac{E_3}{Z_3}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}} = \frac{\frac{483.6 \cdot e^{310.0 \cdot \text{deg} \cdot i}}{7 \cdot e^{-49.87 \cdot \text{deg} \cdot i}} + \frac{291.4 \cdot e^{368.0 \cdot \text{deg} \cdot i}}{16.43 \cdot e^{-40.18 \cdot \text{deg} \cdot i}}}{\frac{1}{5.21 \cdot e^{-72.82 \cdot \text{deg} \cdot i}} + \frac{1}{7 \cdot e^{-49.87 \cdot \text{deg} \cdot i}} + \frac{1}{16.43 \cdot e^{-40.18 \cdot \text{deg} \cdot i}}} = \\ &= \frac{69.09 \cdot e^{-0.13 \cdot \text{deg} \cdot i} + 17.74 \cdot e^{48.18 \cdot \text{deg} \cdot i}}{0.19 \cdot e^{(72.82) \cdot \text{deg} \cdot i} + 0.14 \cdot e^{(49.87) \cdot \text{deg} \cdot i} + 0.06 \cdot e^{(40.18) \cdot \text{deg} \cdot i}} = \\ &= \frac{69.09 - 0.16i + (11.83 + 13.22i)}{0.06 + 0.18i + (0.09 + 0.11i) + (0.05 + 0.04i)} = \frac{80.91 + 13.06i}{0.2 + 0.33i} \end{aligned}$$

$$U_{12} = 135.8 - 163.9i \quad \text{В} \quad U_{12} = 212.85 \cdot e^{(-50.36 \text{ deg})i} \quad \text{В}$$

Токи ветвей

$$I_1 = \frac{U_{12}}{Z_1} = \frac{212.85 \cdot e^{[(-50.36) \cdot \text{deg} \cdot (i)]}}{[5.21 \cdot e^{[(-72.82) \cdot \text{deg} \cdot (i)]}]}$$

$$I_1 = 37.76 + 15.61i \quad \text{А} \quad I_1 = 40.86 \cdot e^{(22.46 \text{ deg})i} \quad \text{А}$$

$$I_2 = \frac{-U_{I2} + E_2}{Z_2} = \frac{[-212.85 \cdot e^{[(-50.36) \cdot \text{deg} \cdot (i)]} + 483.6 \cdot e^{[310.0 \cdot [\text{deg} \cdot (i)]]}]}{[7 \cdot e^{[(-49.87) \cdot \text{deg} \cdot (i)]}]}$$

$$= \frac{-135.79 + 163.91i + (310.85 - 370.46i)}{7 \cdot e^{(-49.87) \cdot \text{deg} \cdot i}} = \frac{175.06 - 206.55i}{7 \cdot e^{(-49.87) \cdot \text{deg} \cdot i}} = \frac{270.76 \cdot e^{(-49.72) \cdot \text{deg} \cdot i}}{7 \cdot e^{(-49.87) \cdot \text{deg} \cdot i}}$$

$$I_2 = 38.68 + 0.1i \quad A \quad I_2 = 38.68 \cdot e^{(0.15 \text{ deg})i} \quad A$$

$$I_3 = \frac{-U_{I2} + E_3}{Z_3} = \frac{[-212.85 \cdot e^{[(-50.36) \cdot \text{deg} \cdot (i)]} + 291.4 \cdot e^{[368.0 \cdot [\text{deg} \cdot (i)]]}]}{[16.43 \cdot e^{[(-40.18) \cdot \text{deg} \cdot (i)]}]}$$

$$= \frac{-135.79 + 163.91i + (288.56 + 40.56i)}{16.43 \cdot e^{(-40.18) \cdot \text{deg} \cdot i}} = \frac{152.77 + 204.46i}{16.43 \cdot e^{(-40.18) \cdot \text{deg} \cdot i}} = \frac{255.23 \cdot e^{(53.23) \cdot \text{deg} \cdot i}}{16.43 \cdot e^{(-40.18) \cdot \text{deg} \cdot i}}$$

$$I_3 = -0.92 + 15.51i \quad A \quad I_3 = 15.54 \cdot e^{(93.39 \text{ deg})i} \quad A$$

Проверка по 1-му з. Кирхгофа для узла 1

$$-I_1 + I_2 + I_3 = -(37.76 + 15.61i) + 38.68 + 0.1i + -0.92 + 15.51i = 0$$

Найдем токи в параллельном соединении ветви 3

По правилу чужого сопротивления

$$I'_3 = I_3 \cdot \frac{R''_3}{X_{C3} + R''_3} = (-0.92 + 15.51i) \cdot \left[\frac{34.5}{(-26.09i + 34.5)} \right]$$

$$I'_3 = -8.05 + 9.42i \quad I'_3 = 12.39 \cdot e^{(130.52 \text{ deg})i} \quad A$$

$$I''_3 = I_3 \cdot \frac{X_{C3}}{X_{C3} + R''_3} = (-0.92 + 15.51i) \cdot \left[\frac{(-26.09i)}{(-26.09i + 34.5)} \right]$$

$$I''_3 = 7.13 + 6.09i \quad A \quad I''_3 = 9.38 \cdot e^{(40.5 \text{ deg})i} \quad A$$

Проверка по 1-му з. Кирхгофа для узла 3

$$I_3 - I'_3 - I''_3 = -0.92 + 15.51i - (-8.05 + 9.42i) - (7.13 + 6.09i) = 0$$

2. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений

Для построения топографической диаграммы напряжений, рассчитаем напряжения на каждом элементе цепи

$$U_{R1} = R_1 \cdot I_1 = 58.15 + 24.04i \quad B$$

$$U_{R2} = R_2 \cdot I_2 = 174.45 + 0.45i \quad B$$

$$U_{R3} = R''_3 \cdot I''_3 = 245.98 + 210.1i \quad B$$

$$U_{L1} = X_{L1} \cdot I_1 = -78.52 + 189.93i \quad B$$

$$U_{L2} = X_{L2} \cdot I_2 = -0.97 + 376.74i \quad B$$

$$U_{L3} = X_{L3} \cdot I_3 = -93.06 - 5.52i \quad B$$

$$U_{C1} = X_{C1} \cdot I_1 = 156.26 - 377.98i \quad B$$

$$U_{C2} = X_{C2} \cdot I_2 = 1.51 - 583.68i \quad B$$

$$U_{C3} = X_{C3} \cdot I_3 = 245.77 + 210.02i \quad B$$

Найдем потенциалы точек при обходе первого контура. Контур обходим по часовой стрелке

$$f1_1 = 0$$

$$f1_2 = f1_1 + U_{C1} = 156.26 - 377.98i$$

$$f1_3 = f1_2 + U_{R1} = 214.41 - 353.94i$$

$$f1_4 = f1_3 + U_{L1} = 135.89 - 164.01i$$

$$f1_5 = f1_4 + U_{L3} = 42.83 - 169.53i$$

$$f1_6 = f1_5 + U_{R3} = 288.81 + 40.58i$$

$$f1_7 = f1_6 - E_3 = 0$$

Найдем потенциалы точек при обходе второго контура. Контур обходим против часовой стрелки

$$f2_1 = 0$$

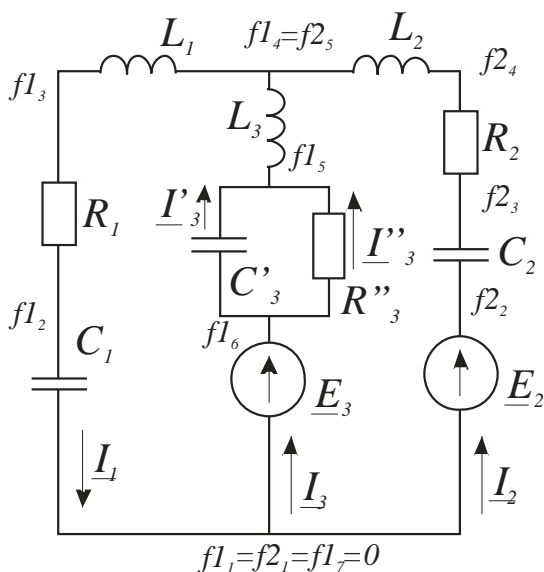
$$f2_2 = f2_1 + E_2 = 310.85 - 370.46i$$

$$f2_3 = f2_2 - U_{C2} = 309.34 + 213.22i$$

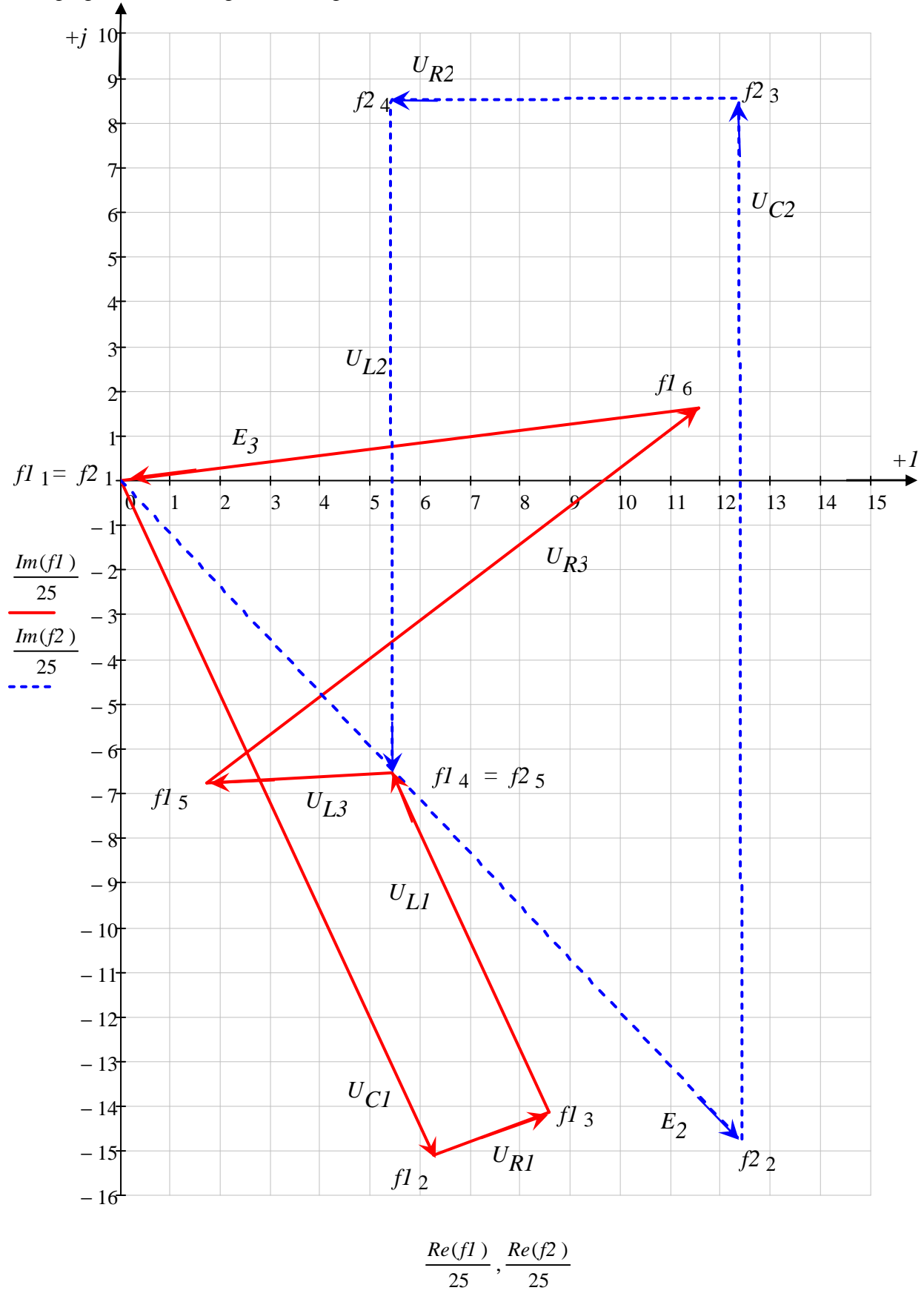
$$f2_4 = f2_3 - U_{R2} = 134.9 + 212.77i$$

$$f2_5 = f2_4 - U_{L2} = 135.87 - 163.97i$$

$$f2_5 = f1_4$$

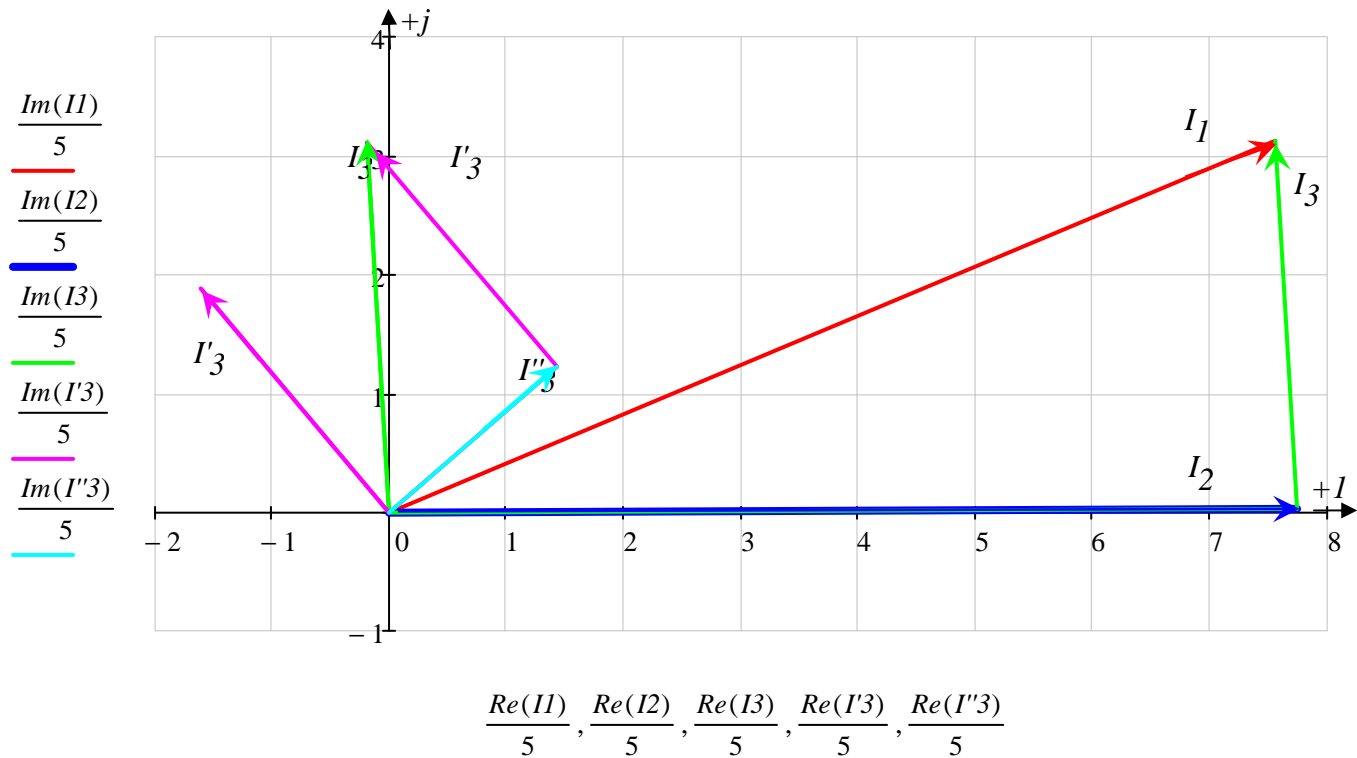


Топографическая диаграмма напряжений



Масштаб по напряжению $m_U = 25$ В/дел

Векторная диаграмма токов



Масштаб по току $m_I = 5$ А/дел

3. Составить баланс активных и реактивных мощностей

Мощность источников ЭДС

$$S = I_2' \cdot E_2 + I_3' \cdot E_3$$

где I_2' и I_3' комплексно - сопряженные токи

$$I_2' = Re(I_2) - i \cdot Im(I_2) = 38.68 - 0.1i \quad \text{A} \quad I_2 = 38.68 + 0.1i \quad \text{A}$$

$$I_3' = Re(I_3) - i \cdot Im(I_3) = -0.92 - 15.51i \quad \text{A} \quad I_3 = -0.92 + 15.51i \quad \text{A}$$

$$S = I_2' \cdot E_2 + I_3' \cdot E_3 = 1.24 \times 10^4 - 1.89i \times 10^4 \quad \text{ВА}$$

Активная мощность источников

$$P_{ист} = Re(S) = 1.24 \times 10^4 \quad \text{Вт}$$

Реактивная мощность источников

$$Q_{ист} = Im(S) = -1.89 \times 10^4 \quad \text{ВАр}$$

Активная мощность потребителей

$$P_{потр} = (|I_1|)^2 \cdot R_1 + (|I_2|)^2 \cdot R_2 + (|I_3'|)^2 \cdot R_3 = 1.24 \times 10^4 \quad \text{Вт}$$

Реактивная мощность потребителей

$$Q_{потр} = (|I_1|)^2 \cdot (X_{L1} + X_{C1}) + (|I_2|)^2 \cdot (X_{L2} + X_{C2}) + (|I_3|)^2 \cdot (X_{L3}) + (|I_3'|)^2 \cdot (X_{C3}) = -1.89i \times 10^4$$

$$P_{ист} = P_{потр} \quad 1.24 \times 10^4 = 1.24 \times 10^4 \quad \text{Вт} \quad \text{Баланс соблюдается}$$

$$Q_{ист} = Q_{потр} \quad -1.89 \times 10^4 = -1.89 \times 10^4 \quad \text{ВАр}$$

4. Построить на одном графике кривые мгновенных значений ЭДС e_2 и тока i_3

Мгновенное значение тока

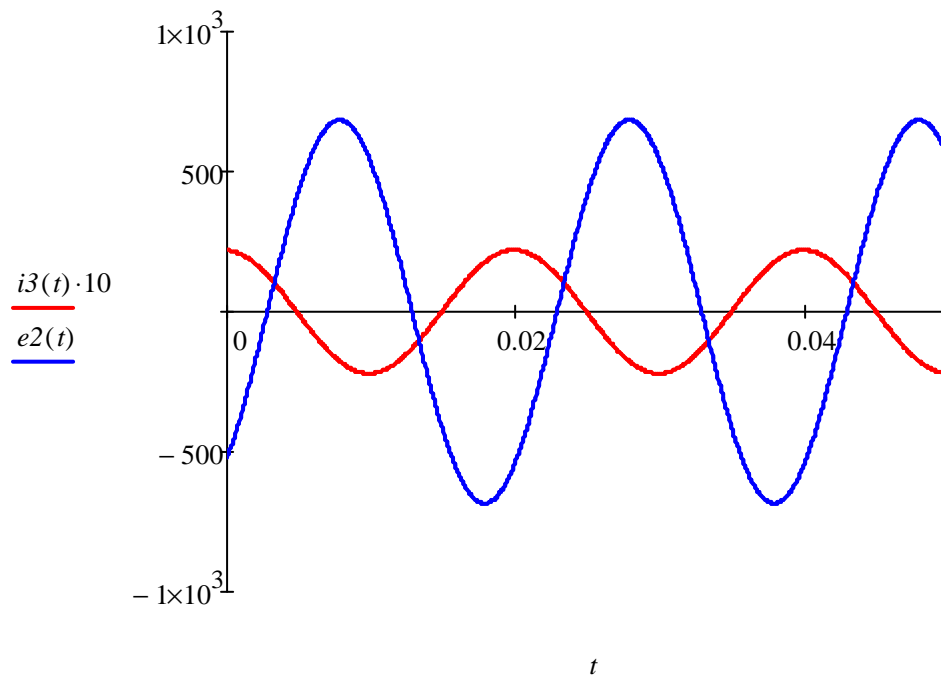
$$|I_3| = 15.54 \text{ A} \quad \arg(I_3) = 1.63 \text{ рад} \quad \text{или} \quad \arg(I_3) = 93 \cdot \text{deg}$$

$$i_3(t) = |I_3| \cdot \sqrt{2} \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \arg(I_3)) = 21.97 \cdot \sin(314.2 \cdot t + 1.63) \quad \text{A}$$

Мгновенное значение ЭДС

$$|E_2| = 483.6 \text{ A} \quad \arg(E_2) = -0.87 \text{ рад} \quad \text{или} \quad \arg(E_2) = -50 \cdot \text{deg}$$

$$e_2(t) = |E_2| \cdot \sqrt{2} \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \arg(E_2)) = 683.9 \cdot \sin(314.2 \cdot t - 0.8727) \quad \text{B}$$



5. Определить показание ваттметра

Ваттметр измеряет активную мощность, т.е произведение действующего значения тока проходящего через токовую обмотку на действующее значение напряжения на напряженческой обмотке на косинус угла между ними

$$P_W = |I_W| \cdot |U_W| \cdot \cos(\arg(U_W) - \arg(I_W))$$

Токовая обмотка включена в третью ветвь и направление ее совпадает с током I_3

$$I_W = I_3 \quad I_3 = -0.92 + 15.51i \text{ A}$$

Напряжение на входе ваттметра равно падению напряжения на E_3 и параллельном соединении сопротивления и конденсатора, это значение равно потенциалу в точке $f1_5$, который мы находили при обходе первого контура, следовательно:

$$U_W = U_{I_3} = f1_5 \quad f1_5 = 42.83 - 169.53i \text{ B}$$

или по другому

$$U_W = E_3 - I_3 \cdot X_{C3} = 42.8 - 169.47i \text{ B}$$

Следовательно

$$P_W = |I_3| \cdot |U_W| \cdot \cos(\arg(U_W) - \arg(I_3)) = -2.67 \times 10^3 \text{ Вт}$$

Результаты расчета 1 части:

$$I_1 = 37.76 + 15.61i \quad A \qquad I_1 = 40.86 \cdot e^{(22.46 \text{ deg})i} \quad A$$

$$i1(t) = 40.86 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(314.2 \cdot t + 22.46 \text{ deg}) \quad A \qquad i1(0) = 22.08 \quad A$$

$$I_2 = 38.68 + 0.1i \quad A \qquad I_2 = 38.68 \cdot e^{(0.15 \text{ deg})i} \quad A$$

$$i2(t) = 38.68 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(314.2 \cdot t + 0.15 \text{ deg}) \quad A \qquad i2(0) = 0.14 \quad A$$

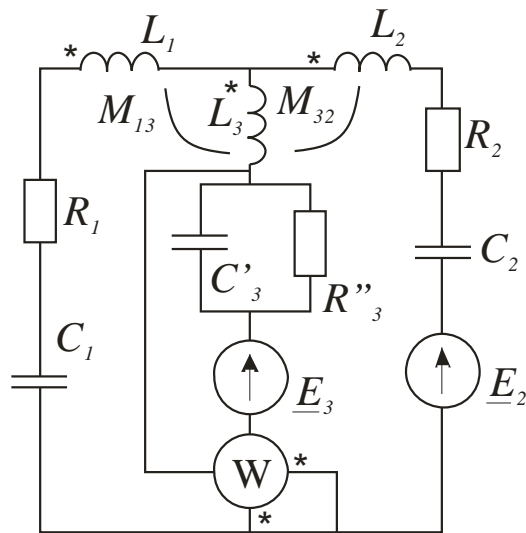
$$I_3 = -0.92 + 15.51i \quad A \qquad I_3 = 15.54 \cdot e^{(93.39 \text{ deg})i} \quad A$$

$$i3(t) = 15.54 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(314.2 \cdot t + 93.39 \text{ deg}) \quad A \qquad i3(0) = 21.94 \quad A$$

Часть вторая

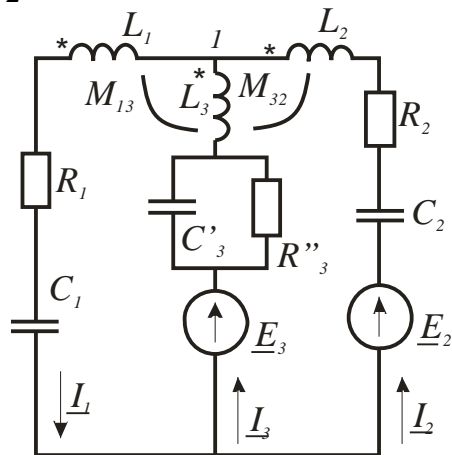
Учитывая взаимную индуктивность катушек, заданные значения коэффициентов связи и считая заданными ток и ЭДС второй ветви

1 Определить неизвестные токи и ЭДС



$$I_2 = 38.68 + 0.1i \quad A$$

$$E_2 = 310.85 - 370.46i \quad B$$



Совершая обход контуров по направлению токов I_1 и I_2 , составим уравнения напряжений по второму закону Кирхгофа с учетом падения напряжения в сопротивлениях связи. При согласном направлении токов падение напряжения в сопротивлении связи входит со знаком +, а при встречном со знаком -.

$$0 = (X_{L1} + X_{C1} + R_1) \cdot I_1 + X_{M13} \cdot I_3 + U_3$$

$$E_2 = (X_{L2} + X_{C2} + R_2) \cdot I_2 + X_{M32} \cdot I_3 - U_3$$

$$U_3 + E_3 = \left(X_{L3} + \frac{X_{C3} \cdot R''_3}{X_{C3} + R''_3} \right) \cdot I_3 + X_{M13} \cdot I_1 + X_{M32} \cdot I_2$$

$$-I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

Получили систему из 4-х уравнений с 4-мя неизвестными

Определим значения сопротивлений связи

Коэффициент связи определяется как

$$k_{13} = \frac{M_{13}}{\sqrt{L_1 \cdot L_3}} \quad \text{откуда} \quad M_{13} = k_{13} \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_3}$$

$$M_{32} = k_{32} \cdot \sqrt{L_2 \cdot L_3}$$

Тогда взаимная индукция:

$$M_{13} = k_{13} \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_3} = 0.732 \cdot \sqrt{16 \cdot 10^{-3} \cdot (19.1 \cdot 10^{-3})} \quad M_{13} = 0.013 \text{ Гн}$$

$$M_{32} = k_{32} \cdot \sqrt{L_2 \cdot L_3} = 0.593 \cdot \sqrt{31 \cdot 10^{-3} \cdot (19.1 \cdot 10^{-3})} \quad M_{32} = 0.014 \text{ Гн}$$

Реактивное комплексное сопротивление взаимной индукции

$$X_{M13} = i \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot M_{13} = 4.02i \quad \text{Ом}$$

$$X_{M32} = i \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot M_{32} = 4.53i \quad \text{Ом}$$

Подставим значения в систему уравнений

$$0 = (1.54 - 4.98i) \cdot I_1 + 4.02i \cdot I_3 + U_3$$

$$310.85 - 370.46i = (4.51 - 5.35i) \cdot (38.68 + 0.1i) + 4.53i \cdot I_3 - U_3$$

$$U_3 + E_3 = (12.55 - 10.6i) \cdot I_3 + 4.02i \cdot I_1 + 4.53i \cdot (38.68 + 0.1i)$$

$$-I_1 + (38.68 + 0.1i) + I_3 = 0$$

Решая систему уравнений получим

$$E_3 = 149.76 - 182.07i \quad \text{В}$$

$$E_3 = 235.75 \cdot e^{(-50.56 \text{ deg})i} \quad \text{В}$$

$$U_3 = -67.92 + 229.45i \quad \text{В}$$

$$U_3 = 239.29 \cdot e^{(106.49 \text{ deg})i} \quad \text{В}$$

$$I_1 = 53.13 - 14.9i \quad \text{А}$$

$$I_1 = 55.18 \cdot e^{(-15.67 \text{ deg})i} \quad \text{А}$$

$$I_3 = 14.45 - 15i \quad \text{А}$$

$$I_3 = 20.83 \cdot e^{(-46.07 \text{ deg})i} \quad \text{А}$$

Рассчитаем мощности катушек для 1 и 2 частей работы

$$Q_1 = (|I_1|)^2 \cdot X_{L1} + (|I_2|)^2 \cdot (X_{L2}) + (|I_3|)^2 \cdot (X_{L3})$$

$$Q_1 = (40.86)^2 \cdot 5.03 + (38.68)^2 \cdot (9.74) + (15.54)^2 \cdot 6 = 2.44 \times 10^4 \quad \text{ВАр}$$

$$Q_2 = (|I_1|)^2 \cdot (X_{L1} + X_{M13}) + (|I_2|)^2 \cdot (X_{L2} + X_{M32}) + (|I_3|)^2 \cdot (X_{L3} + X_{M13} + X_{M32})$$

$$Q_2 = (55.18)^2 \cdot (5.03 + 4.02) + (38.68)^2 \cdot (9.74 + 4.53) + (20.83)^2 \cdot (6 + 4.02 + 4.53) = 5.52 \times 10^4 \quad \text{ВАр}$$

При наличии взаимной связи мощность катушек больше.

2. Построим векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений

Для построения топографической диаграммы напряжений, рассчитаем напряжения на каждом элементе цепи

$$U_{R1} = R_1 \cdot I_1 = 81.82 - 22.95i \quad \text{В}$$

$$U_{R2} = R_2 \cdot I_2 = 174.45 + 0.45i \quad \text{В}$$

$$U_{R3} = I_3 \cdot \frac{X_{C3} \cdot R''_3}{X_{C3} + R''_3} = -67.59 - 428.12i \quad \text{В}$$

$$U_{L1} = X_{L1} \cdot I_1 = 74.95 + 267.24i \quad \text{В}$$

$$U_{L2} = X_{L2} \cdot I_2 = -0.97 + 376.74i \quad \text{В}$$

$$U_{L3} = X_{L3} \cdot I_3 = 90 + 86.7i \quad \text{В}$$

$$U_{C1} = X_{C1} \cdot I_1 = -149.15 - 531.83i \quad \text{В}$$

$$U_{C2} = X_{C2} \cdot I_2 = 1.51 - 583.68i \quad \text{В}$$

$$U_{C3} = I_3 \cdot \frac{X_{C3} \cdot R''_3}{X_{C3} + R''_3} = -67.59 - 428.12i \quad \text{В}$$

Найдем потенциалы точек при обходе первого контура. Контур обходим по часовой стрелке

$$f1_1 = 0$$

$$f1_2 = f1_1 + U_{C1} = -149.15 - 531.83i$$

$$f1_3 = f1_2 + U_{R1} = -67.33 - 554.78i$$

$$f1_4 = f1_3 + U_{L1} = 7.62 - 287.53i$$

$$f1_5 = f1_4 + X_{M13} \cdot I_3 = 67.92 - 229.44i$$

$$f1_6 = f1_5 + U_{L3} = 157.92 - 142.74i$$

$$f1_7 = f1_6 + X_{M13} \cdot I_1 = 217.82 + 70.85i$$

$$f1_8 = f1_7 + X_{M32} \cdot I_2 = 217.37 + 246.19i$$

$$f1_9 = f1_8 + U_{R3} = 149.77 - 181.93i$$

$$f1_{10} = f1_9 - E_3 = 0$$

Найдем потенциалы точек при обходе второго контура. Контур обходим против часовой стрелки

$$f2_1 = 0$$

$$f2_2 = f2_1 + E_2 = 310.85 - 370.46i$$

$$f2_3 = f2_2 - U_{C2} = 309.34 + 213.22i$$

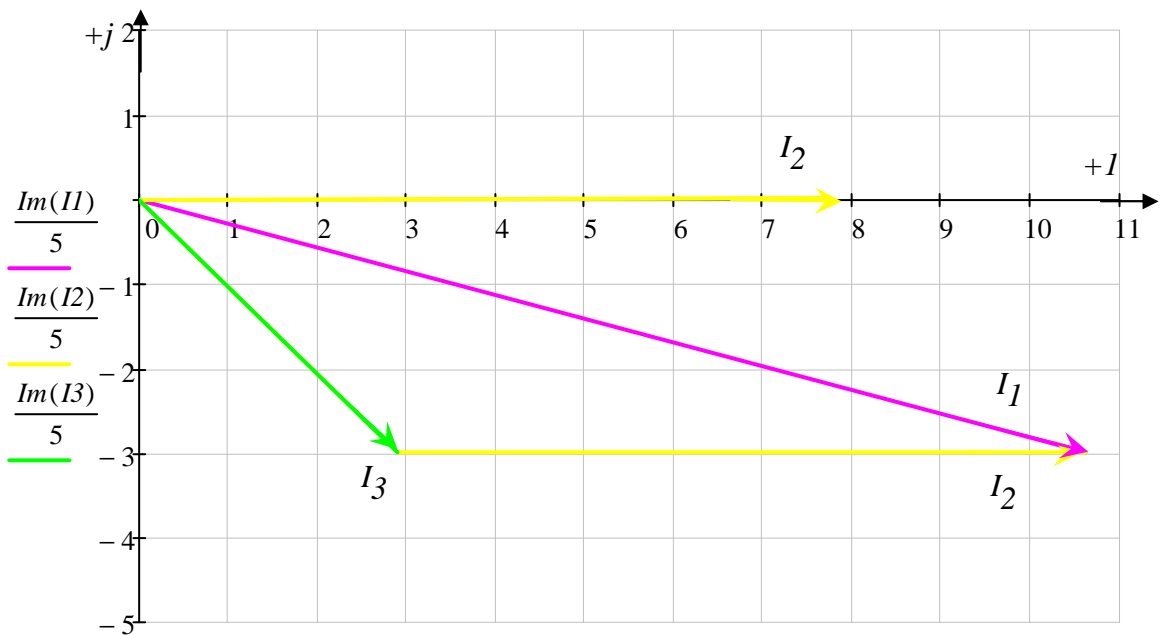
$$f2_4 = f2_3 - U_{R2} = 134.89 + 212.77i$$

$$f2_5 = f2_4 - U_{L2} = 135.87 - 163.97i$$

$$f2_6 = f2_5 - X_{M32} \cdot I_3 = 67.87 - 229.48i$$

$$f2_6 = f1_5$$

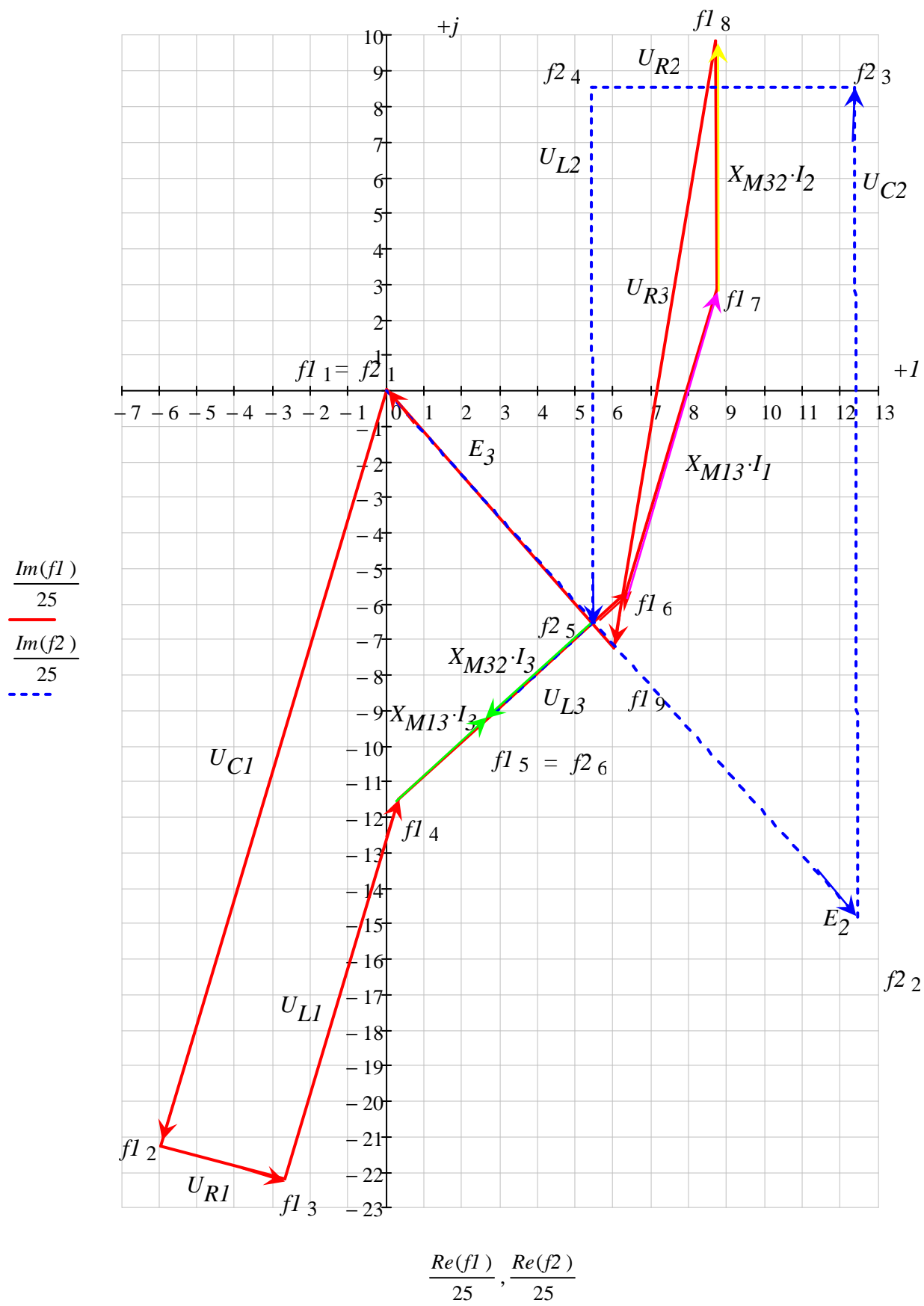
Векторная диаграмма токов



$$\frac{Re(I1)}{5}, \frac{Re(I2)}{5}, \frac{Re(I3)}{5}$$

Масштаб по току $m_I = 5$ А/дел

Топографическая диаграмма напряжений



Масштаб по напряжению $m_U = 25$ В/дел

Результаты расчета 2 части:

$$I_1 = 53.13 - 14.9i \quad A$$

$$i1(t) = 55.18 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(314.2 \cdot t - 15.67 \text{deg}) \quad A$$

$$I_2 = 38.68 + 0.1i \quad A$$

$$i2(t) = 38.68 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(314.2 \cdot t + 0.15 \text{deg}) \quad A$$

$$I_3 = 14.45 - 15i \quad A$$

$$i3(t) = 20.83 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(314.2 \cdot t - 46.07 \text{deg}) \quad A$$

$$I_1 = 55.18 \cdot e^{(-15.67 \text{ deg})i} \quad A$$

$$i1(0) = -21.08 \quad A$$

$$I_2 = 38.68 \cdot e^{(0.15 \text{ deg})i} \quad A$$

$$i2(0) = 0.14 \quad A$$

$$I_3 = 20.83 \cdot e^{(-46.07 \text{ deg})i} \quad A$$

$$i3(0) = -21.22 \quad A$$