МЕЖДУНАРОДНАЯ МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ТОЭ 2024, ГРУППА I

Решения

Задача 1 (5 баллов)

Пять одинаковых ламп, питающихся от источника постоянной ЭДС, соединены так, как показано на рис. 1.

Во сколько раз изменится суммарная потребляемая мощность, если перегорит лампа 1? Перегоревшая лампа представляется в виде разрыва. Считать лампы линейными элементами.

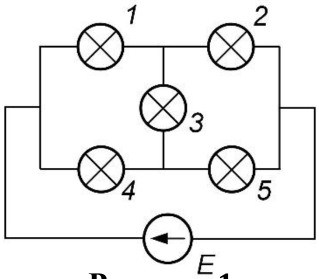


Рисунок 1

РЕШЕНИЕ

До перегорания лампы 1 в цепи имел место равновесный мост. Мощность, потребляемая всеми лампами, определяется выражением

$$P' = \frac{E^2}{R}. \quad \textbf{(2 б)}$$

После перегорания лампы 1 потребляемая мощность составит:

$$P'' = \frac{E^2}{R + 2/3 \cdot R} = \frac{3}{5}\frac{E^2}{R}. \quad \textbf{(2 б)}$$

Таким образом, потребляемая лампами мощность снизилась в 5/3 раз. **(1 б)**

Ответ: 5/3.

Задача 2 (15 баллов)

Дана схема экспериментального определения сопротивления R методом «амперметра-вольтметра». Амперметр неидеальный и имеет внутреннее сопротивление R_{A}. Измерения проводятся, когда ключ находится в положении 1 и 2 (рис. 2), показания приборов при этом $\left(U_{\text{V1}},\, I_{\text{A1}}\right)$ и $\left(U_{\text{V2}},\, I_{\text{A2}}\right)$ соответственно.

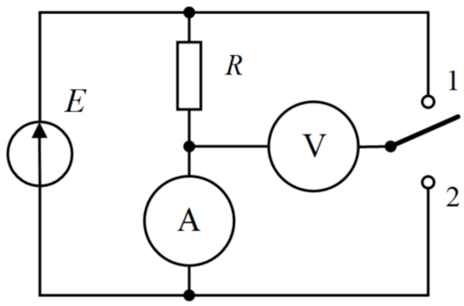


Рисунок 2

1) Докажите, что при идеальном вольтметре выполняется соотношение $\dfrac{R}{R_{\text{A}}} = \dfrac{U_{\text{V1}}}{U_{\text{V2}}}$. Покажите, что оно будет выполняться и в том случае, если вольтметр неидеальный с внутренним сопротивлением R_{V}.

2) Доказать, что показание амперметра, когда ключ находится в положении 1 при $R_{\text{V}} > 0$ всегда больше показания амперметра, когда ключ находится в положении 2, то есть $I_{\text{A1}} \geq I_{\text{A2}}$.

РЕШЕНИЕ

1) При идеальном вольтметре измеряемые напряжения определяются как $U_{V1} = E\dfrac{R}{R+R_A}$ и $U_{V2} = E\dfrac{R_A}{R+R_A}$. Тогда их соотношение будет определяться как $\dfrac{U_{V1}}{U_{V2}} = \dfrac{R}{R_{\text{A}}}$, что требовалось доказать.

В свою очередь, если вольтметр неидеальный, его показания будут определяться в соответствии с выражениями:

$$U_{V1} = E\frac{\dfrac{R_V R}{R_V + R}}{\dfrac{R_V R}{R_V + R} + R_A} = E\frac{R_V R}{R_V R + R_A R_V + R_A R},\quad U_{V2} = E\frac{\dfrac{R_V R_A}{R_V + R_A}}{\dfrac{R_V R_A}{R_V + R_A} + R} = E\frac{R_V R_A}{R_V R + R_A R_V + R_A R}.$$

Их соотношение составит $\dfrac{U_{V1}}{U_{V2}} = \dfrac{R}{R_{\text{A}}}$, что требовалось доказать. **(7 б)**

2) Рассмотрим выражения для показаний амперметра при произвольном значении сопротивления вольтметра $R_V > 0$:

$$I_{A1} = \frac{E}{R_A + \dfrac{R_V R}{R + R_V}} = \frac{E\left(R + R_V\right)}{RR_A + R_V R_A + R_V R},\quad I_{A2} = \frac{E}{R + \dfrac{R_V R_A}{R_A + R_V}}\frac{R_V}{R_A + R_V} = \frac{ER_V}{RR_A + R_V R_A + R_V R}.$$

Из сопоставления выражений I_{A1} и I_{A2} видно, что показание амперметра во втором случае не превышает величину тока амперметра в первом случае. В предельном случае, когда $R_V \to \infty$, показания равны друг другу $I_{A1} = I_{A2} = \dfrac{E}{R_A}$. **(8 б)**

Задача 3 (10 баллов)

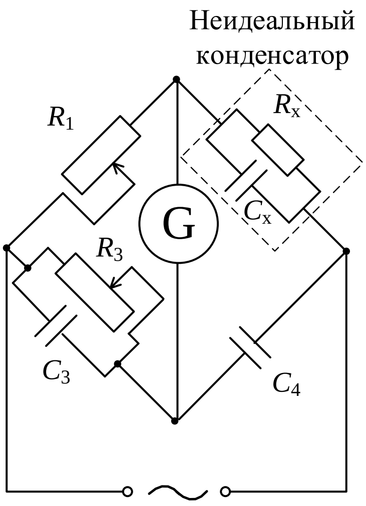


Рисунок 4

Для определения емкости и потерь в диэлектрике неидеального конденсатора применяется мостовая схема Шеринга (рис. 3). Были проведены измерения на частоте 50 Гц и получено, что $C_{\text{x}} = 50$ пФ, $\text{tg}\,\delta = 0{,}01884$. Параметры элементов мостовой схемы $C_3 = 1{,}5$ мкФ, $C_4 = 100$ пФ. Определить, при каких значениях сопротивлений резисторов R_1 и R_3 проводились измерения.

Примечание: принцип действия измерительной схемы основан на подборе таких величин сопротивлений регулируемых резисторов R_1 и R_3, при которых показание гальванометра G равно нулю.

РЕШЕНИЕ

Решение задачи основано на условии равновесия моста (равенстве нулю тока гальванометра):

$$R_1\left(-jX_{C4}\right) = \frac{R_3\left(-jX_{C3}\right)}{R_3 - jX_{C3}} \cdot \frac{R_x\left(-jX\right)}{R_x - jX}. \text{ **(5 б)**}$$

Из данного выражения с учетом

$$X = 1/\omega C_{\text{x}} = 1/\left(314 \cdot 50 \cdot 10^{-12}\right) = 63{,}69 \text{ МОм},$$

$$R_x = X / \text{tg}\delta = 1\Big/\omega C_{\text{x}}\text{tg}\delta = 63{,}69/0{,}01884 = 3380{,}80 \text{ МОм}.$$

$$X_{C3} = 1\Big/\omega C_3 = 1\Big/314 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-6} = 2123{,}1 \text{ Ом},$$

$$X_{C4} = 1\Big/\omega C_4 = 1\Big/314 \cdot 100 \cdot 10^{-12} = 31{,}85 \text{ МОм}$$

выделяются действительная и мнимая часть

$$R_1\left(-jX_{C4}\right)\left(R_3 - jX_{C3}\right)\left(R_x - jX\right) = R_3\left(-jX_{C3}\right) \cdot R_x\left(-jX\right),$$

$$R_1\left(-j31{,}85 \cdot 10^6\right)\left(R_3 - j2123{,}1\right)\left(3380{,}80 - j63{,}69\right) \cdot 10^6 = R_3\left(-j2123{,}1\right) \cdot 3380{,}80 \cdot 10^6\left(-j63{,}69\right) \cdot 10^6,$$

$$R_1 \cdot 31{,}85 \cdot \left(R_3 - j2123{,}1\right)\left(3380{,}80 - j63{,}69\right) = R_3 \cdot 2123{,}1 \cdot 3380{,}80 \cdot \left(-j63{,}69\right),$$

$$R_1\left(R_3 - j2123{,}1\right) = R_3\left(79{,}95 - j4244{,}03\right) \to R_1R_3 - j2123{,}1R_1 = 79{,}95R_3 - j4244{,}03R_3 \to$$

$$R_1 \approx 80 \text{ Ом}, R_3 \approx 40 \text{ Ом}. \text{ **(5 б)**}$$

Ответ: $R_1 \approx 80$ Ом, $R_3 \approx 40$ Ом.

Задача 4 (на выбор) **Вариант 1 (15 баллов)**

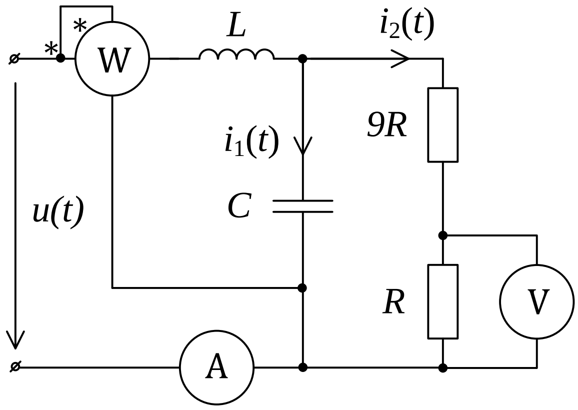


Рисунок 4.1

Для схемы на рис. 4 задано: $P_W = 800$ Вт, $U_V = 20$ В, $I_A = 5$ А, $L = 12,7$ мГн. Определите емкость конденсатора и напряжение синусоидального источника U, если известно, что $f = 50$ Гц.

РЕШЕНИЕ

Решение основано на анализе соотношений между параметрами режима электрической цепи.

Напряжение на RC-ветви определяется через показание вольтметра:

$$U_C = 10U_V = 200 \text{ В}.$$

В данном случае ваттметр измеряет активную мощность цепи. Тогда величина сопротивления резистивного элемента составляет

$$R = \frac{(10U_V)^2}{10P_W} = 10\frac{U_V^2}{P_W} = 10\cdot\frac{20^2}{800} = 5 \text{ Ом. } \textbf{(4 б)}$$

Сопротивление емкостного элемента определяется по закону Ома для действующих значений:

$$I_A = 10U_V\sqrt{\frac{1}{(10R)^2}+\frac{1}{X_C^2}} \to X_C = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{I_A}{10U_V}\right)^2 - \frac{1}{(10R)^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{5}{200}\right)^2 - \frac{1}{50^2}}} = \frac{200}{3} = 66,7 \text{ Ом.}$$

Отсюда $C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{314\cdot 66,7} = 47,7$ мкФ. **(3 б)**

Тогда напряжение источника составит:

$$U = I_A\left|jX_L + \frac{10R(-jX_C)}{10R - jX_C}\right| = 5\cdot\left|j12,7\cdot 10^{-3}\cdot 314 + \frac{50(-j66,7)}{50 - j66,7}\right| = 188,8 \text{ В. } \textbf{(8 б)}$$

Ответ: $C = 47,7$ мкФ, $U = 188,8$ В.

Вариант 2 (25 баллов)

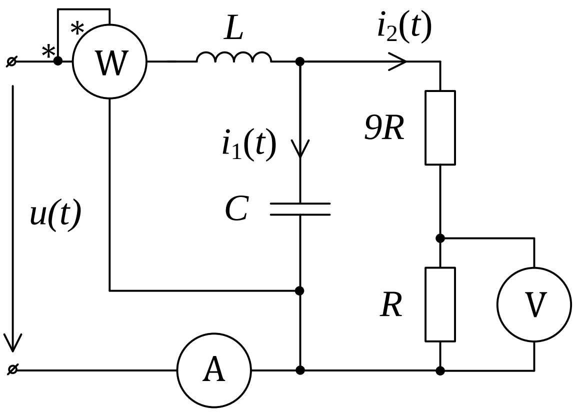


Рисунок 4.2

Для схемы на рис. 4 задано: $P_W = 800$ Вт, $U_V = 20$ В, $I_A = 5$ А, $L = 12,7$ мГн, $C = 35,6$ мкФ. Напряжение источника изменяется по закону $u(t) = U_m^{(1)} \sin\left(\omega t + \psi_u^{(1)}\right) + U_m^{(3)} \sin\left(3\omega t + \psi_u^{(3)}\right)$. Основная частота $f = 50$ Гц. Измерительные приборы имеют электромагнитную систему (определяют действующее значение). Найти $U_m^{(1)}$, $U_m^{(3)}$, $\psi_u^{(1)}$ и $\psi_u^{(3)}$, если $\psi_{i2}^{(1)} = \psi_{i1}^{(3)} = 30°$.

РЕШЕНИЕ

Решение основано на анализе соотношений между параметрами режима электрической цепи.

Напряжение на RC-ветви определяется через показание вольтметра:

$$U_C = 10U_V = 200 \text{ В}.$$

В данном случае ваттметр измеряет активную мощность цепи. Тогда величина сопротивления резистивного элемента составляет:

$$R = \frac{\left(10U_V\right)^2}{10P_W} = 10\frac{U_V^2}{P_W} = 10\cdot\frac{20^2}{800} = 50 \text{ Ом. } \textbf{(4 б)}$$

Сопротивление емкостного элемента на основной частоте:

$$X_C^{(1)} = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314\cdot 35,6\cdot 10^{-6}} = \frac{1}{314\cdot 35,6\cdot 10^{-6}} = 89,4 \text{Ом.} \textbf{(3 б)}$$

Сопротивление индуктивного элемента на основной частоте:

$$X_L^{(1)} = \omega L = 314\cdot 12,7\cdot 10^{-3} \approx 4 \text{Ом.}$$

Через сопротивления RC-ветви на основной частоте и частоте ВГ можно получить уравнения, связывающие между собой ток и напряжение основной частоты и третьей гармоники **(5 б)**:

$$10U_V^{(1)} = I_A^{(1)}\left|\frac{10R\left(-jX_C^{(1)}\right)}{10R - jX_C^{(1)}}\right| = I_A^{(1)}\left|\frac{50\left(-j89,4\right)}{50 - j89,4}\right| = I_A^{(1)}\left|43,64\angle -29,2°\right| = 43,6410 I_A^{(1)}, \qquad (1)$$

$$10U_V^{(3)} = I_A^{(3)}\left|\frac{10R\left(-jX_C^{(3)}\right)}{10R - jX_C^{(3)}}\right| = I_A^{(3)}\left|\frac{50\left(-j89,4/3\right)}{50 - j89,4/3}\right| = I_A^{(3)}\left|25,60\angle -59,2°\right| = 25,60 I_A^{(3)}. \qquad (2)$$

Выражения для показаний измерительных приборов **(3 б)**:

$$10U_V = 10\sqrt{\left(U_V^{(1)}\right)^2 + \left(U_V^{(3)}\right)^2}, \qquad (3)$$

$$I_A = \sqrt{\left(I_A^{(1)}\right)^2 + \left(I_A^{(3)}\right)^2}. \qquad (4)$$

Подставим (1) и (2) в уравнение (3):

$$\begin{cases} \left(10U_V\right)^2 = \left(43,64 I_A^{(1)}\right)^2 + \left(25,6 I_A^{(3)}\right)^2 \\ I_A^2 = \left(I_A^{(1)}\right)^2 + \left(I_A^{(3)}\right)^2 \end{cases}.$$

Решая совместно данные уравнения, получим $I_A^{(1)} \approx 4,35$ А, $I_A^{(3)} \approx 2,47$ А. **(2 б)**

Для определения фаз данных токов составляются уравнения по закону Ома **(5 б)**:

$$I_A^{(1)}\angle\psi_A^{(1)} \cdot \left|\underline{Z}_{RC}^{(1)}\right| \angle \arg\left[\underline{Z}_{RC}^{(1)}\right] = I_2^{(1)}\angle\psi_{i2}^{(1)} \cdot 10R \rightarrow \psi_A^{(1)} = \psi_{i2}^{(1)} - \arg\left[\underline{Z}_{RC}^{(1)}\right] = 30-(-29,2) = 59,2°.$$

$$I_A^{(3)}\angle\psi_A^{(3)} \cdot \left|\underline{Z}_{RC}^{(3)}\right| \angle \arg\left[\underline{Z}_{RC}^{(3)}\right] = I_1^{(3)}\angle\psi_{i1}^{(3)} \cdot (-jX_C^{(3)}) \rightarrow \psi_A^{(3)} = \psi_{i1}^{(3)} - \arg\left[\underline{Z}_{RC}^{(3)}\right] - 90 =$$

$$= 30-(-59,2)-90 = -0,8°$$

Тогда комплексные токи амперметра на основной частоте и третьей гармонике будут составлять:

$$\underline{I}_A^{(1)} = I_A^{(1)}\angle\psi_A^{(1)} = 4,35\angle 59,2° \text{ А},\ \underline{I}_A^{(3)} = I_A^{(3)}\angle\psi_A^{(3)} = 2,47\angle -0,8° \text{ А}.$$

В соответствии с полученными значениями токов можно определить гармонические составляющие напряжения источника **(3 б)**:

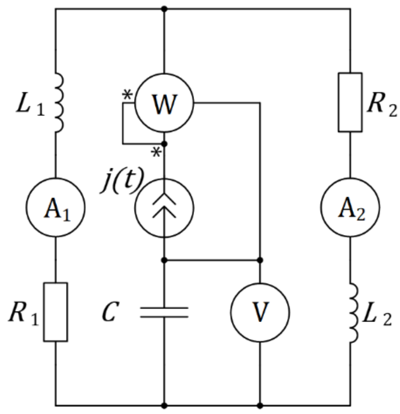
$$\underline{U}_m^{(1)} = \sqrt{2}\underline{I}_A^{(1)}\left(jX_L^{(1)} + \frac{R\left(-jX_C^{(1)}\right)}{R-jX_C^{(1)}}\right) = \sqrt{2}\cdot 4,35\angle 59,2°\cdot\left(j4+42,64\angle -29,2°\right) \approx 251\angle 34,9° \text{В},$$

$$\underline{U}_m^{(3)} = \sqrt{2}\underline{I}_A^{(3)}\left(jX_L^{(3)} + \frac{R\left(-jX_C^{(3)}\right)}{R-jX_C^{(3)}}\right) = \sqrt{2}\cdot 2,47\angle -0,8°\cdot\left(j4\cdot 3+25,6\angle -59,2°\right) \approx 57,6\angle -38,1° \text{В}.$$

Отсюда $U_m^{(1)} \approx 251$ В, $U_m^{(3)} \approx 57,6$ В, $\psi_u^{(1)} \approx 34,9°$, $\psi_u^{(3)} \approx -38,1°$.

Ответ: $U_m^{(1)} \approx 251$ В, $U_m^{(3)} \approx 57,6$ В, $\psi_u^{(1)} \approx 34,9°$, $\psi_u^{(3)} \approx -38,1°$.

Задача 5 (30 баллов)



Для схемы на рис. 5 известно $P_W = 700$ Вт, $U_V = 70$ В, $I_{A1} = 10$ А, $I_{A2} = 20$ А, $C = 1203$ мкФ. Определите R_1, R_2, L_1, L_2, если известно, что в цепи резонанс, источник тока синусоидальный, частота источника $f = 50$ Гц, все измерительные приборы идеальные и имеют электромагнитную систему.

РЕШЕНИЕ

Решение задачи основано на теореме косинусов.

Действующее значение тока источника определяется по закону Ома для действующих значений:

$$J = \frac{U_V}{X_C} = U_V 2\pi f C = 70 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 1203 \cdot 10^{-6} = 26{,}455 \text{ А. } \textbf{(2 б)}$$

Положим, что ток источника имеет нулевую начальную фазу. Тогда с учетом резонанса получим:

$$U_J = \frac{P_W}{J} = \frac{700}{26{,}455} = 26{,}460 \text{ В} \rightarrow \underline{U}_J = 26{,}460\angle 0° \text{ В. } \textbf{(3 б)}$$

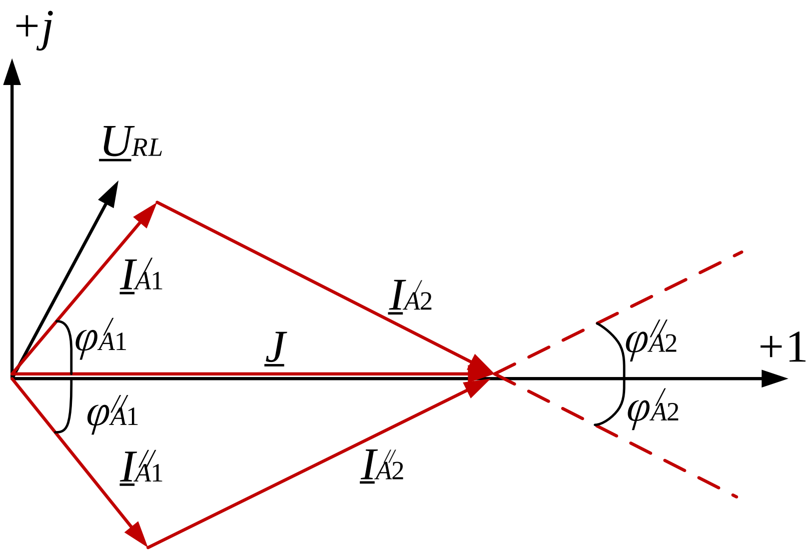
В свою очередь, напряжение на емкостном элементе составляет:

$$\underline{U}_C = \underline{J}\left(-jX_C\right) = U_V\angle -90°.$$

Напряжение на RL-ветвях составит:

$$\underline{U}_{RL} = \underline{U}_J - \underline{U}_C = 26{,}460 - 70\angle -90° = 74{,}834\angle 69{,}29° \text{ В. } \textbf{(2 б)}$$

Фазы токов $\underline{I}_{A1}$ и $\underline{I}_{A2}$ определяются по теореме косинусов с учетом того, что они должны отставать от напряжения $\underline{U}_{RL}$ не более чем на 90°. **При таком ходе решения данное положение должно быть обязательно отмечено студентом.**



На рис. приведены возможные варианты векторной диаграммы токов. Рассмотрим начальные фазы токов для каждого из случаев по теореме косинусов:

$$\cos\varphi'_{A1} = \frac{I_{A1}^2 + J^2 - I_{A2}^2}{2JI_{A1}} = \frac{10^2 + 26{,}455^2 - 20^2}{2\cdot 26{,}455\cdot 10} = 0{,}7557 \to \varphi'_{A1} = 40{,}91°,$$

$$\cos\left|\varphi'_{A2}\right| = \frac{I_{A2}^2 + J^2 - I_{A1}^2}{2JI_{A2}} = \frac{20^2 + 26{,}455^2 - 10^2}{2\cdot 26{,}455\cdot 20} = 0{,}9449 \to \varphi'_{A2} = -19{,}11°,$$

$$\cos\left|\varphi''_{A1}\right| = \frac{I_{A1}^2 + J^2 - I_{A2}^2}{2JI_{A1}} = \frac{10^2 + 26{,}455^2 - 20^2}{2\cdot 26{,}455\cdot 10} = 0{,}755 \to \varphi''_{A1} = -40{,}91°,$$

$$\cos\varphi'_{A2} = \frac{I_{A2}^2 + J^2 - I_{A1}^2}{2JI_{A2}} = \frac{20^2 + 26{,}455^2 - 10^2}{2\cdot 26{,}455\cdot 20} = 0{,}9449 \to \varphi'_{A2} = 19{,}11°.$$

Во втором случае $\varphi_{URL} - \varphi''_{A1} = 69,29 - (-40,91) = 110,2° > 90°$, следовательно, такое расположение токов невозможно.

В первом случае:

$$\varphi_{URL} - \varphi'_{A1} = 69,29 - 40,91 = 28,38° < 90°,$$

$$\varphi_{URL} - \varphi'_{A2} = 69,29 - (-19,11) = 88,4° < 90°,$$

что соответствует указанным выше ограничениям.

Таким образом, комплексные токи амперметров составляют $\underline{I}_{A1} = 10\angle 41°$ А, $\underline{I}_{A2} = 20\angle -19{,}1°$ А. **(20 б)**

Комплексные сопротивления ветвей определяются по закону Ома **(3 б)**:

$$\underline{Z}_1 = \frac{\underline{U}_{RL}}{\underline{I}_{A1}} = \frac{74{,}84\angle 69{,}29°}{10\angle 40{,}91°} = 6{,}585 + j3{,}557 \text{ Ом},$$

$$\underline{Z}_2 = \frac{\underline{U}_{RL}}{\underline{I}_{A2}} = \frac{74{,}84\angle 69{,}29°}{20\angle -19{,}11°} = 0{,}104 + j3{,}741 \text{ Ом}.$$

Тогда $L_1 = \frac{\mathrm{Im}\left[\underline{Z}_1\right]}{2\pi f} = \frac{3{,}557}{2\pi\cdot 50} = 11{,}3$ мГн, $L_2 = \frac{\mathrm{Im}\left[\underline{Z}_2\right]}{2\pi f} = \frac{3,741}{2\pi\cdot 50} = 11{,}9$ мГн. Активные сопротивления $R_1 = \mathrm{Re}\left[\underline{Z}_1\right] = 6,59$ Ом, $R_2 = \mathrm{Re}\left[\underline{Z}_2\right] = 0{,}104$ Ом.

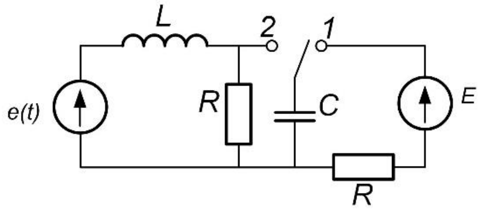
Следует иметь ввиду, что результат расчета R_2 в значительной степени зависит от точности расчета остальных величин.

Ответ: $L_1 = 11{,}3$ мГн, $L_2 = 11{,}9$ мГн. $R_1 = 6,59$ Ом, $R_2 = 0{,}104$ Ом.

Примечание. Задача может быть решена без построения векторной диаграммы. Для этого после определения J и $\underline{U}_{RL}$ следует записать уравнения для балансов активной и реактивной мощности. Далее составляются уравнения по закону Ома в действующих значениях для RL-ветвей. В итоге получается следующая система уравнений:

$$\begin{cases} I_{A1}^2 R_1 + I_{A2}^2 R_2 = P_W \\ I_{A1}^2 X_{L1} + I_{A2}^2 X_{L2} - J^2 X_C = 0 \\ I_{A1} = \dfrac{U_{RL}}{\sqrt{R_1^2 + X_{L1}^2}} \\ I_{A2} = \dfrac{U_{RL}}{\sqrt{R_2^2 + X_{L2}^2}} \end{cases}$$

Задача 6 (15 баллов)



В цепи, изображенной на рис. 6, ключ мгновенно переводится из положения 1 в положение 2 в момент времени $t=0$.

Определить значение тока через индуктивный элемент в момент, когда ЭДС $e(t)=5\sqrt{2}\,sin\left(10^3t+135°\right)$ (В) первый раз достигнет максимального положительного значения, если $E=30$ В, $R=10$ Ом, C=100 мкФ, $L=10$ мГн.

РЕШЕНИЕ

1. До коммутации конденсатор был заряжен до величины напряжения $U_C(0_-)$ = E = 30 В.
2. Ток через катушку индуктивности до коммутации:

$$\underline{I}_{Lm}=\frac{\underline{E}_m}{R+j\omega L}=\frac{5\sqrt{2}e^{j135°}}{10+j10^3\cdot 10\cdot 10^{-3}}=0{,}5e^{j90°}\text{ А,}$$

$i_L(0_-)$ = 0,5sin90° = 0,5 А.

2. В момент коммутации

$u_C(0_+) = u_C(0_-)$ = 30 В,

$i_L(0_+) = i_L(0_-)$ = 0,5 А. **(2 б)**

3. Принужденная составляющая тока через катушку после коммутации (X_L = ωL = 10 Ом, X_C = 1/ωC = 10 Ом):

$$\underline{I}_{Lnp.m}=\frac{\underline{E}_m}{jX_L+\dfrac{R(-jX_C)}{R-jX_C}}=\frac{5\sqrt{2}e^{j135°}}{j10+\dfrac{10\cdot(-j10)}{10-j10}}=e^{j90°}\text{ А =>}$$

$i_{Lnp}(t)=1sin\left(10^3t+90°\right)$ А. **(2 б)**

4. Составим характеристическое уравнение и определим его корни:

$$Z(p)=\frac{1}{pC}+\frac{RpL}{R+pL}=0\Rightarrow p^2RLC+pL+R=0,$$

$$10^{-5}p^2+10^{-2}p+10=0\Rightarrow p_{1,2}=-500\pm j866\left(c^{-1}\right).$$ **(2 б)**

Тогда свободная составляющая тока через катушку примет вид

$i_{Lcв}(t)=Ae^{-500t}sin\left(866t+\varphi\right)$.

5. Определим зависимое начальное условие:

$u_L(0_+)=e(0_+)-u_C(0_+)=5\sqrt{2}\,sin135°-30=-25\ B,$ **(2 б)**

6. Определим постоянные интегрирования **(4 б)**:

$i_L(t)=1sin\left(10^3t+90°\right)+Ae^{-500t}sin\left(866t+\varphi\right),$

$$\begin{cases} i_L(0) = 1sin(90°) + A\,sin(\varphi) = 0{,}5, \\ \left.\dfrac{di_L}{dt}\right|_{t=0} = 10^3 \cdot 1cos(90°) + A(-500)sin(\varphi) + 866Acos(\varphi) = \dfrac{u_L(0)}{L} = \dfrac{-25}{10 \cdot 10^{-3}}; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = -3{,}216 \text{ А} \\ \varphi = 8{,}94° \end{cases}.$$

$i_L(t) = 1\sin(10^3 t + 90°) - 3{,}216e^{-500t}\sin(866t + 8{,}94°)$ А.

7. ЭДС достигнет максимального положительного значения в момент времени t_{max} = 5,5 мс ($\omega t_{\max} = 315°$) тогда ток в этот момент **(3 б)**

$i_L(t_{\max}) = 1\sin(10^3 \cdot 5{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 180° / \pi + 90°) - 3{,}216e^{-500 \cdot 5{,}5 \cdot 10^{-3}}\sin(866 \cdot 5{,}5 \cdot 10^{-3} + 8{,}94°) = 0{,}662$ А.

Ответ: $i_L(t_{\max}) = 0{,}662$ А.