

Практична робота №15

Розрахунок комплексним методом послідовного сполучення ділянок електричного кола однофазного синусоїдального струму

Мета: навчитися виконувати розрахунок параметрів електричного кола однофазного синусоїдального струму за послідовного підключення резистора, котушки індуктивності та ємності комплексним методом, будувати векторну діаграму.

Задача

У коло синусоїдного струму частотою $f = 50\text{Гц}$ (рис. 15.1) ввімкнено послідовно дві котушки індуктивності та конденсатор. Визначити струм і напругу на елементах кола, резонансну частоту. Скласти баланс активних і реактивних потужностей, якщо прикладена напруга U , а параметри елементів дорівнюють: R_1, L_2, L_1, C, R_2 . Побудувати топографічну векторну діаграму напруг. Задачу розв'язати комплексним методом. Параметри електричного кола наведені в таблиці 15.1 згідно двох останніх цифр номера залікової книжки студента.

Таблиця. 15.1 - Вихідні дані до задачі

Цифри номера залікової книжки											
десятки	одиниці	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$U, \text{В}$	50	40	60	30	70	80	90	70	80	100
	$R_1, \text{Ом}$	14	13	12	5	6	12	15	16	14	15
	$R_2, \text{Ом}$	5	14	5	8	14	6	10	5	8	10
	$L_1 \cdot 10^{-3} \text{Гн}$	32	16	20	25	20	96	22	35	38	29
	$L_2 \cdot 10^{-3} \text{Гн}$	18	32	96	22	26	28	43	28	25	50
	$C, \text{мкФ}$	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500

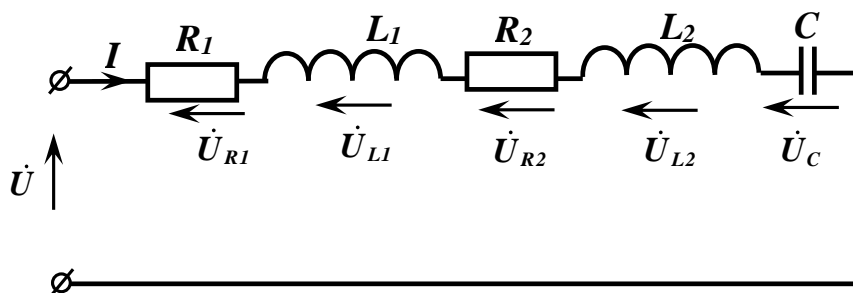


Рис. 15.1. Електрична схема до задачі.

Методичні рекомендації до розв'язування задачі 15.1.

Приклад 2.1. У коло синусоїдного струму частотою $f = 50\text{Гц}$ (рис. 15.1) ввімкнено послідовно дві котушки індуктивності та конденсатор. Визначити струм, напругу на елементах кола, резонансну частоту. Скласти баланс активних і реактивних потужностей, якщо прикладена напруга $U = 70\text{В}$, а параметри

елементів дорівнюють: $R_1 = 4 \text{ Ом}$; $L_2 = L_1 = 0,032 \text{ Гн}$; $C = 200 \text{ мкФ}$; $R_2 = 6 \text{ Ом}$. Побудувати топографічну векторну діаграму напруг. Задачу розв'язати комплексним методом.

Розв'язування

Визначаємо реактивні опори елементів:

$$\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314 \text{ рад/с}; \quad X_{L1} = \omega L_1 = 314 \cdot 0,032 = 10 \text{ Ом};$$

$$X_{L2} = \omega L_2 = 314 \cdot 0,032 = 10 \text{ Ом}; \quad X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314 \cdot 200 \cdot 10^{-6}} = 16 \text{ Ом}.$$

Повний опір електричного кола дорівнює:

$$\begin{aligned} \underline{Z} &= R + jX = \sqrt{R^2 + X^2} e^{j \arctg \frac{X}{R}} = (R_1 + R_2) + j(X_{L1} + X_{L2} - X_C) = \\ &= (4 + 6) + j(10 + 10 - 16) = 10,77 e^{j22^\circ} \text{ Ом} \end{aligned}$$

Визначаємо струм:

$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}} = \frac{70}{10,77 e^{j22^\circ}} = 6,5 e^{-j22^\circ} \text{ А}.$$

Спади напруг на елементах електричного кола визначимо за формулами:

$$\dot{U}_{R1} = \dot{I} \cdot R_1 = 6,5 e^{-j22^\circ} \cdot 4 = 26 e^{-j22^\circ} \text{ В};$$

$$\dot{U}_{L1} = \dot{I} \cdot jX_{L1} = 6,5 e^{-j22^\circ} \cdot 10 e^{j90^\circ} = 65 e^{j68^\circ} \text{ В};$$

$$\dot{U}_{R2} = \dot{I} \cdot R_2 = 6,5 e^{-j22^\circ} \cdot 6 = 39 e^{-j22^\circ} \text{ В};$$

$$\dot{U}_{L2} = \dot{I} \cdot jX_{L2} = 6,5 e^{-j22^\circ} \cdot 10 e^{j90^\circ} = 65 e^{j68^\circ} \text{ В};$$

$$\dot{U}_C = \dot{I} \cdot (-j) \cdot X_C = 6,5 e^{-j22^\circ} \cdot 16 e^{-j90^\circ} = 104 e^{-j112^\circ} \text{ В}.$$

Комплексна потужність джерела:

$$\begin{aligned} \tilde{S}_D &= \underline{U} I^* = 70 \cdot 6,5 e^{j-22^\circ} = 455 e^{j-22^\circ} = 455 \cos(-22^\circ) + 455 \sin(-22^\circ) = \\ &= (421,87 - j170,45) \text{ ВА}. \end{aligned}$$

Отже, активна потужність джерела P_D і реактивна Q_D дорівнюють відповідно: $P_D = 421,87 \text{ Вт}$; $Q_D = -170,45 \text{ ВАр}$.

Визначаємо активну P_C і реактивну Q_C потужності споживача:

$$P_C = I^2 R_1 + I^2 R_2 = 6,5^2 (4 + 6) = 422,5 \text{ Вт}.$$

$$Q_C = I^2 X_{L1} + I^2 X_{L2} - I^2 X_C = 6,5^2 (10 + 10 - 16) = 169 \text{ ВАр}.$$

Складаємо баланс активних і реактивних потужностей:

$$P_D = P_C; \quad 421,87 \text{ Вт} \approx 422,5 \text{ Вт}.$$

Похибка обчислень становить 0,8%.

$$Q_D = Q_C; \quad 170,45 \text{ ВАр} \approx 169 \text{ ВАр}.$$

Похибка обчислень становить 0,8%.

Визначаємо резонансну частоту:

$$f_{\text{рез}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{(L_1 + L_2)C}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \sqrt{(0,032 + 0,032) \cdot 220 \cdot 10^{-6}}} = 42,44 \text{ Гц}.$$

За даними розрахунків будуюмо топографічну векторну діаграму (рис. 15.2). Для побудови векторної діаграми вибираємо масштаби $m_U = 10 \text{ В/см}$, $m_I = 1 \text{ А/см}$.

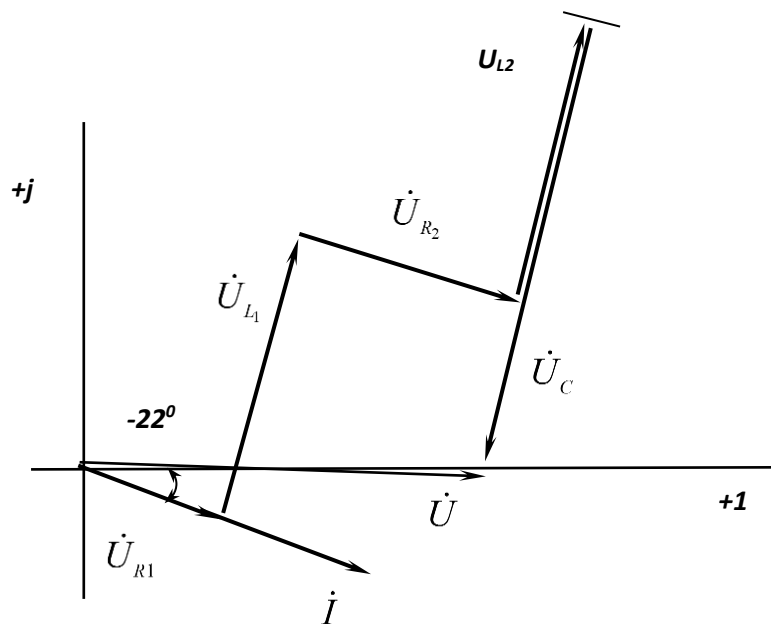


Рис. 15.2. Векторна діаграма до схеми, зображеної на рис. 15.1.