

## Практична робота №17

### Розрахунок комплексним методом змішаного сполучення ділянок електричного кола однофазного синусоїдального струму

**Мета:** навчитися виконувати розрахунок параметрів електричного кола однофазного синусоїдального струму за змішаного підключення резистора, котушки індуктивності та ємності; будувати векторну діаграму.

#### Задача

До синусоїдного кола (рис. 17.1) прикладена синусоїдна напруга  $\underline{u} = U\sqrt{2} \sin \omega t, \text{В}$ . Параметри елементів кола:  $R_1; L_1; R_2; L_2; C$  відомі.

Символічним методом розрахувати струми в гілках, напруги на ділянках кола, а також реактивну та повну потужність. Накреслити векторну діаграму струмів і топографічну діаграму.

Таблиця 17.1 - Вихідні дані до задачі

Цифри номера залікової книжки											
десятки	одиниці	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$U, \text{В}$	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
	$R_1, \text{Ом}$	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
	$L_1 \cdot 10^{-3} \text{Гн}$	1,6	1,2	3,2	3,6	1,0	1,5	2,0	2,5	2,7	1,8
	$R_2, \text{Ом}$	3,0	3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,2	6,8
	$L_2 \cdot 10^{-3} \text{Гн}$	1,4	2,2	2,4	1,1	1,3	4,3	3,3	0,8	0,62	0,91
	$C, \text{мкФ}$	20	30	40	50	30	10	50	20	60	30
	$f, \text{Гц}$	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60

#### Приклад

До синусоїдного кола (рис. 17.1) прикладена синусоїдна напруга  $\underline{u} = 100\sqrt{2} \sin 2500t, \text{В}$ . Параметри елементів кола :  $R_1 = 6 \text{ Ом}; L_1 = 0,8 \text{ мГн}; R_2 = 1 \text{ Ом}; L_2 = 1,2 \text{ мГн}; C = 40 \text{ мкФ}$ .

Символічним методом розрахувати струми в гілках, напруги на ділянках кола, а також реактивну та повну потужність. Накреслити векторну діаграму струмів і топографічну діаграму.

#### Розв'язання

1. Відповідно позитивному напрямку прикладеної напруги обираємо позитивні напрямки струмів в гілках.

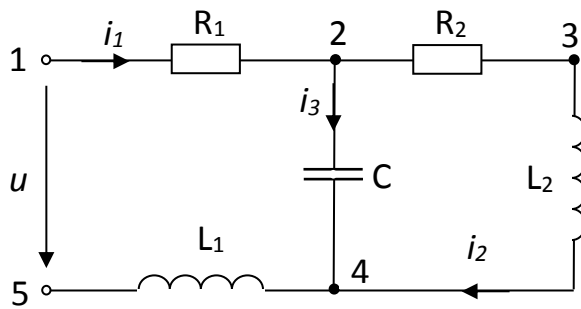


Рис. 17.1

2. Розраховуємо опори елементів кола:

$$x_1 = \omega L_1 = 2500 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ Ом};$$

$$x_2 = \omega L_2 = 2500 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 3 \text{ Ом};$$

$$x_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{10^6}{2500 \cdot 40} = 10 \text{ Ом}.$$

3. Перейдемо до розрахункової схеми з комплексними параметрами. Запишемо вирази для

комплексної напруги на клеммах кола та комплексних опорів гілок.

Резистор  $R_1$  та котушка  $L_1$  включені послідовно, а тому вважаємо, що вони складають одну гілку з опором  $Z_1$ . таким чином:

$$\underline{U} = 100 \text{ В}; \quad \underline{Z}_1 = R_1 + jx_1 = (6 + j2) \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_2 = R_2 + jx_2 = (1 + j3) \text{ Ом}; \quad \underline{Z}_3 = jx_3 = -jx_c = -j10 \text{ Ом}.$$

4. Розраховуємо еквівалентний комплексний опір паралельних гілок та всього кола:

$$\underline{Z}_{23} = \frac{\underline{Z}_2 \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = \frac{(1 + j3)(-j10)}{1 + j3 - j10} = \frac{10(3 - j)(1 + j7)}{(1 - j7)(1 + j7)} =$$

$$= \frac{10(3 - j + j21 + 7)}{50} = \frac{10 + j20}{5} = (2 + j4) \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_e = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_{23} = 6 + j2 + 2 + j4 = 8 + j6 = 10e^{j36^\circ 50'} \text{ Ом}..$$

Визначаємо струми в гілках кола:

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_e} = \frac{100}{8 + j6} = 8 - j6 = 10e^{-j36^\circ 50'} \text{ А};$$

отже  $I_1 = 10 \text{ А}; \psi_{i_1} = -36^\circ 50'.$

За правилом чужої гілки знаходимо:

$$\underline{I}_2 = \underline{I}_1 \frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = \frac{(8 - j6)(-j10)}{1 + j3 - j10} = \frac{10(-6 - j8)}{(1 - j7)} = \frac{10(-6 - j8)(1 + j7)}{50} =$$

$$= \frac{-6 - j8 - j42 + 56}{5} = \frac{5 - j50}{5} = (10 - j10) = 10\sqrt{2}e^{-j45^\circ} \text{ А};$$

отже:  $I_2 = 14,1 \text{ А}; \psi_{i_2} = -45^\circ;$

$$\underline{I}_3 = \underline{I}_1 \frac{\underline{Z}_2}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = \frac{(8 - j6)(1 + j3)}{1 - j7} = \frac{(8 - j6 + j24 + 18)(1 + j7)}{50}$$

$$= \frac{26 + j18 + j182 - 126}{50} =$$

$$= -2 + j4 = 4,48e^{-j63^\circ 50'} = 4,48e^{j116^\circ 30'} \text{ А};$$

отже:  $I_3 = 4,48 \text{ А}; \psi_{i_3} = -116^\circ 30'.$

5. Перевіримо за першим законом Кірхгофа:

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_2 - \underline{I}_3 = 0; \quad 8 - j6 - 10 + j10 + 2 - j4 = 0;$$

6. Розрахуємо потужність:

$$\underline{S} = \underline{UI} = 100(8 + j6) = (800 + j600) \text{ВА};$$

Отже:  $P=800$  Вт;  $Q=600$  вар;  $S=1000$  ВА.

7. Для зображення топологічної діаграми розрахуємо напруги на ділянках кола:

$$\underline{U}_{12} = R_1 \underline{I}_1 = 6(8 - j6) = (48 - j36) \text{В};$$

$$\underline{U}_{23} = R_2 \underline{I}_2 = 1(10 - j10) = (10 - j10) \text{В};$$

$$\underline{U}_{34} = jx_2 \underline{I}_2 = j3(10 - j10) = (30 + j30) \text{В};$$

$$\underline{U}_{45} = jx_1 \underline{I}_1 = j2(8 - j6) = (12 + j16) \text{В};$$

Відповідно до другого закону Кірхгофа:

$$\sum \underline{U}_k = 0; \quad 48 - j36 + 10 - j10 + 30 + j30 + 12 + j16 - 10 = 0;$$

Креслимо векторну діаграму струмів та топологічну діаграму (рис. 17.2), для чого скористаємося алгебраїчною формою запису комплексних напруг.

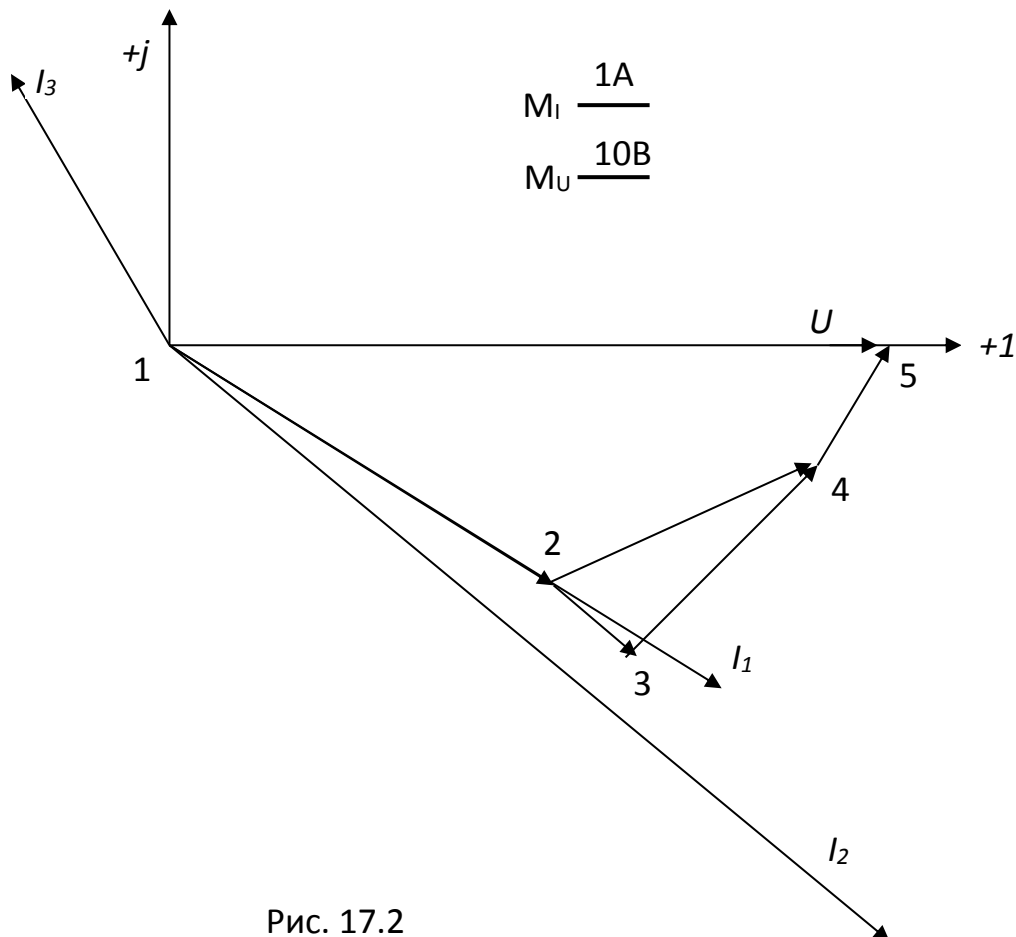


Рис. 17.2