

## Задача №2

Для электрической схемы, изображённой на рисунке 2-1 – 2-10:

1. По заданным в таблице 2 параметрам и э.д.с. источника определить токи во всех ветвях цепи и напряжения на отдельных элементах, используя символический метод расчёта.
2. Построить в масштабе на комплексной плоскости векторную диаграмму токов и напряжений.
3. Определить показания вольтметра и активную мощность, показываемую ваттметром.

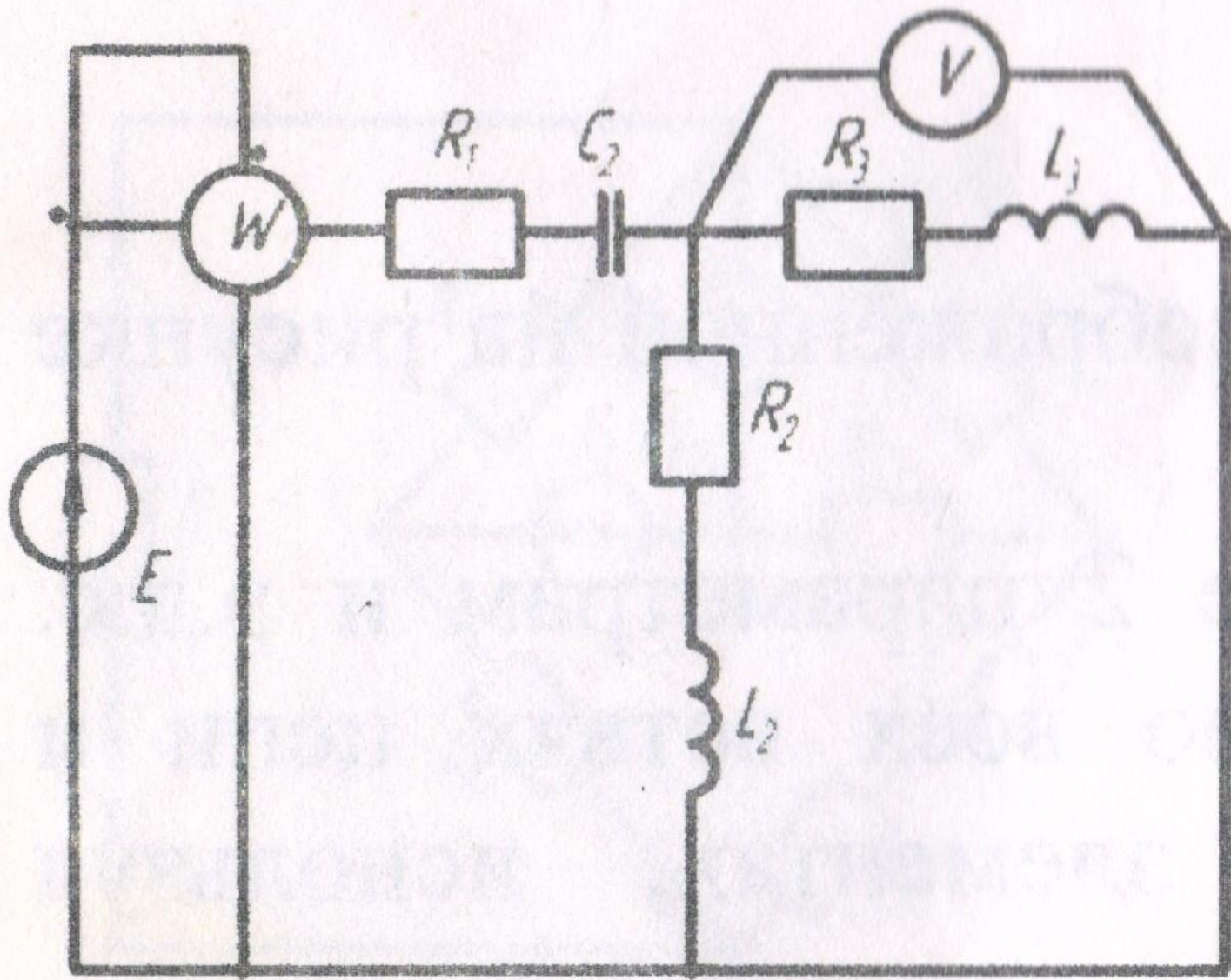


Рис. 2-3

Таблица 2

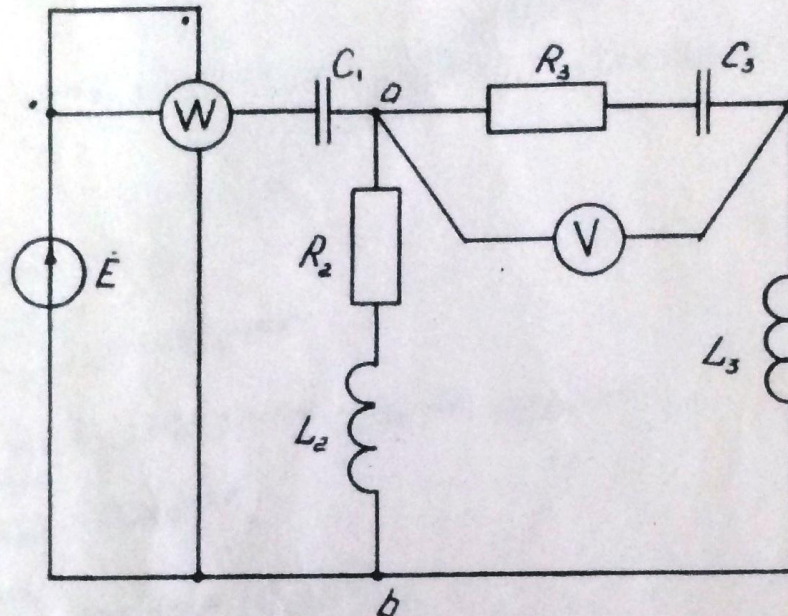
вар.	Рис.	Е, В	f, Гц	С1, мкФ	С2, мкФ	С3, мкФ	С4, мкФ	L1, мГн	L2, мГн	L3, мГн	R1, Ом	R2, Ом	R3, Ом
1	2-1	150	50	637	300	-	-	-	-	15,9	2	3	4
2	2-1	100	50	637	300	-	-	-	-	15,9	8	3	4
3	2-1	120	50	637	300	-	-	-	-	15,9	8	3	4
4	2-1	200	50	637	300	-	-	-	-	15,9	8	3	4
5	2-2	100	50	-	-	100	-	15,9	1000	115	10	4	100
6	2-2	50	50	-	-	100	-	15,9	1000	115	10	4	100
7	2-2	120	50	-	-	100	-	15,9	1000	115	10	4	100
8	2-2	200	50	-	-	100	-	15,9	1000	115	10	4	100
9	2-2	220	50	-	-	100	-	15,9	1000	115	10	4	100
10	2-3	50	50	637	-	-	-	-	15,9	6,37	5	10	8
11	2-3	100	50	637	-	-	-	-	15,9	6,37	5	10	8
12	2-3	120	50	637	-	-	-	-	15,9	6,37	5	10	8
13	2-3	200	50	637	-	-	-	-	15,9	6,37	5	10	8
14	2-3	220	50	637	-	-	-	-	15,9	6,37	5	10	8
15	2-4	150	50	-	1600	-	-	31,8	-	95	10	2	10
16	2-4	100	50	-	1600	-	-	31,8	-	95	10	8	10
17	2-4	120	50	-	1600	-	-	31,8	-	95	10	8	10
18	2-4	200	50	-	1600	-	-	31,8	-	95	10	8	10
19	2-4	220	50	-	1600	-	-	31,8	-	95	10	8	10
20	2-5	50	50	637	159	-	-	-	-	95	15	10	-
21	2-5	100	50	637	159	-	-	-	-	95	15	10	-
22	2-5	120	50	637	159	-	-	-	-	95	15	10	-
23	2-5	200	50	637	159	-	-	-	-	95	15	10	-
24	2-5	220	50	637	159	-	-	-	-	95	15	10	-
25	2-6	150	50	-	-	637	159	25	9	-	6	4	-

## Пример выполнения

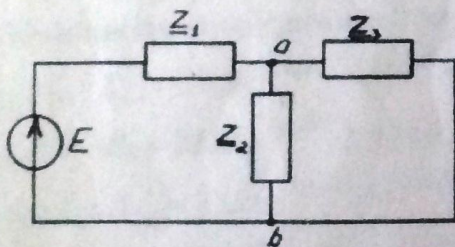
### Однофазные цепи переменного тока (РГР №2).

Дано:

E	f	C <sub>1</sub>	C <sub>3</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
В	Гц	мкФ	мкФ	мГн	мГн	Ом	Ом
270	50	398	198,9	22,3	25,5	5	6



1. Определим комплексы сопротивлений в ветвях.



Комплексы сопротивлений участков цепи будем искать, складывая в комплексной форме сопротивления входящих в эти участки элементов.

$$\underline{Z}_1 = -jX_{C1} = -j \frac{1}{\omega \cdot C_1} = -j \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_1} = -j \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 398 \cdot 10^{-6}} = -j8 = 8e^{-j90^\circ};$$

$$\underline{Z}_2 = R_2 + jx_{L2};$$

$$x_{L2} = \omega \cdot L_2 = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_2 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 22,3 \cdot 10^{-3} = 7;$$

$$\underline{Z}_2 = 5 + j7 = 8,6e^{+j54,46^\circ};$$

$$\underline{Z}_3 = R_3 + j(x_{L3} - x_{C3});$$

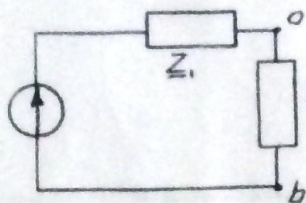
$$x_{L3} = \omega \cdot L_3 = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_3 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 25,5 \cdot 10^{-3} = 8;$$

$$x_{C3} = \frac{1}{\omega \cdot C_3} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_3} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 198,9 \cdot 10^{-6}} = 16;$$

$$\underline{Z}_3 = 6 + j(8 - 16) = 6 - j8 = 10 \angle^{-53,13^\circ}$$

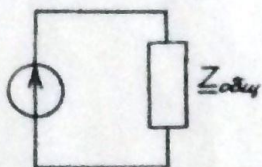
↓   ↓  
a   b

-53,13°



Последовательно преобразуем схему так, чтобы потом можно было применить закон Ома.

$$\underline{Z}_{\text{ЭКВ}} = \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = \frac{8,6e^{+j54,46^\circ} \cdot 10e^{-j53,13^\circ}}{5 + j7 + 6 - j8} = 7,78e^{+j6,52^\circ} = 7,7 + j0,89.$$



$$\underline{Z}_{\text{ОБЩ}} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_{\text{ЭКВ}} = 7,7 + j0,89 - j8 = 7,7 - j7,1 = 10,5e^{-j42,6^\circ}$$

## 2. Найдем токи в цепи.

$$\dot{I}_{\text{ОБЩ}} = \frac{\dot{E}}{\underline{Z}_{\text{ОБЩ}}} = \frac{270e^{j0^\circ}}{10,5e^{-j42,6^\circ}} = 25,7e^{+j42,6^\circ};$$

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_3 = \dot{U}_{ab} = \dot{I}_{\text{ОБЩ}} \cdot \underline{Z}_{\text{ЭКВ}} = 25,7e^{+j42,6^\circ} \cdot 7,78e^{+j6,52^\circ} = 200e^{+j49,12^\circ};$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_2}{\underline{Z}_2} = \frac{200e^{+j49,12^\circ}}{8,6e^{+j54,46^\circ}} = 23,26e^{-j5,3^\circ};$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_3}{\underline{Z}_3} = \frac{200e^{+j49,12^\circ}}{10e^{-j53,13^\circ}} = 20e^{+j102,3^\circ}.$$

## 3. Найдем падения напряжений на всех элементах цепи.

$$\dot{U}_{C1} = \dot{I}_1 \cdot X_{C1} = 25,7e^{+j42,6^\circ} \cdot 8e^{-j90^\circ} = 205,6e^{-j47,6^\circ}$$

$$\dot{U}_{R2} = \dot{I}_2 \cdot R_2 = 23,26e^{-j5,3^\circ} \cdot 5 = 116,3e^{-j5,3^\circ};$$

$$\dot{U}_{L2} = \dot{I}_2 \cdot X_{L2} = 23,26e^{-j5,3^\circ} \cdot 7e^{+j90^\circ} = 162,8e^{+j84,7^\circ};$$

$$\dot{U}_{R3} = \dot{I}_3 \cdot R_3 = 20e^{+j102,3^\circ} \cdot 6 = 120e^{+j102,3^\circ};$$

$$\dot{U}_{C3} = \dot{I}_3 \cdot X_{C3} = 20e^{+j102,3^\circ} \cdot 16e^{-j90^\circ} = 320e^{+j12,3^\circ};$$

$$\dot{U}_{L3} = \dot{I}_3 \cdot X_{L3} = 20e^{+j102,3^\circ} \cdot 8e^{+j90^\circ} = 160e^{+j192,3^\circ}.$$

## 4. Определим показания приборов.

Вольтметр показывает действующую величину напряжения.

$$U_V = |\dot{I}_3 \cdot (R_3 - jX_{C3})| = |20e^{+j102,3^\circ} \cdot (6 - j16)| = 20 \cdot 17 = 340V.$$

Ваттметр измеряет активную мощность в цепи.

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi;$$

$$U = E = 270;$$

$$I = I_1 = I_{\text{ОБЩ}} = 25,7;$$

$$\varphi = [\dot{E}, \dot{I}] = 42,6^\circ;$$

$$P = 270 \cdot 25,7 \cdot \cos(42,6) = 5107,8W.$$

1. Строим векторную диаграмму.

