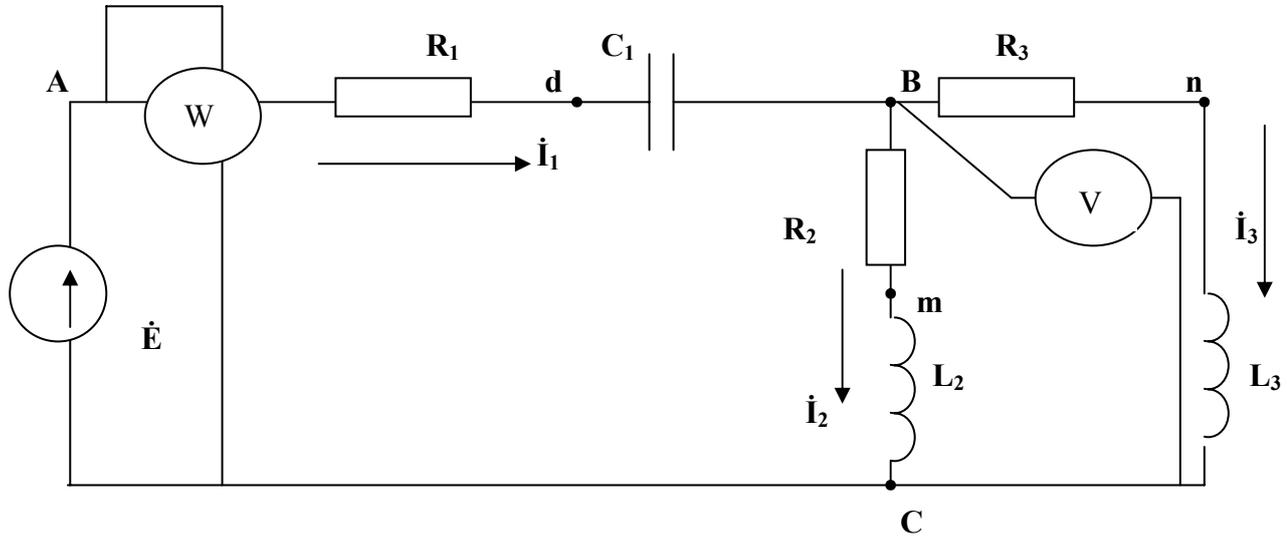


Выбираем исходные данные задачи в соответствии с шифром.

\dot{E} , В	φ_0 , град	C_1 , мкФ	C_2 , мкФ	C_3 , мкФ	L_1 , мГн	L_2 , мГн	L_3 , мГн	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом
100	0	637	---	---	---	15.9	6.37	5	10	8



Угловая частота: $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 314$ рад/с

Находим сопротивление реактивных элементов:

$$X_{C1} = \frac{1}{\omega \cdot C_1} = 5,0 \text{ Ом}; \quad X_{L1} = \omega \cdot L_1 = 0,0 \text{ Ом}$$

$$X_{C2} = \frac{1}{\omega \cdot C_2} = 0,0 \text{ Ом}; \quad X_{L2} = \omega \cdot L_2 = 5,0 \text{ Ом}$$

$$X_{C3} = \frac{1}{\omega \cdot C_3} = 0,0 \text{ Ом}; \quad X_{L3} = \omega \cdot L_3 = 2,0 \text{ Ом}$$

Вычислим вспомогательные величины:

$$X_1 = X_{L1} - X_{C1} = 0,0 - 5,0 = -5,0 \text{ Ом}$$

$$X_2 = X_{L2} - X_{C2} = 5,0 - 0,0 = 5,0 \text{ Ом}$$

$$X_3 = X_{L3} - X_{C3} = 2,0 - 0,0 = 2,0 \text{ Ом}$$

Определяем комплексные сопротивления ветвей:

$$\underline{Z}_1 = R_1 + j X_1 = 5,0 - 5,0j = 7,07 e^{-45,0^\circ j}, \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_2 = R_2 + j X_2 = 10,0 + 5,0j = 11,18 e^{26,5^\circ j}, \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_3 = R_3 + j X_3 = 8,0 + 2,0j = 8,25 e^{14,0^\circ j}, \text{ Ом}$$

Т.к. в цепи только одна э.д.с., целесообразно решать задачу методом преобразования схемы.

Находим сопротивление параллельного соединения ветвей 2 и 3:

$$\underline{Z}_{23} = \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = \frac{11,18 e^{26,5^\circ j} \cdot 8,25 e^{14,0^\circ j}}{18,0 + 7,0j} =$$

$$= \frac{92,18 \text{ e}^{40,6^\circ j}}{19,31 \text{ e}^{21,2^\circ j}} = 4,77 \text{ e}^{19,3^\circ j} = 4,5 + 1,6j, \text{ Ом}$$

Полное сопротивление схемы:

$$\underline{Z} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_{23} = 9,5 - 3,4j = 10,1 \text{ e}^{-19,8^\circ j}, \text{ Ом}$$

Ток через источник:

$$\underline{i}_1 = \frac{\underline{\dot{E}}}{\underline{Z}} = \frac{100 \text{ e}^{0,0^\circ j}}{10,1 \text{ e}^{-19,8^\circ j}} = 9,9 \text{ e}^{19,8^\circ j} = 9,32 + 3,35j, \text{ А}$$

Напряжение между точками В и С:

$$\underline{\dot{U}}_{bc} = \underline{i}_1 \cdot \underline{Z}_{23} = 9,90 \text{ e}^{19,8^\circ j} \cdot 4,77 \text{ e}^{19,3^\circ j} = 47,3 \text{ e}^{39,1^\circ j} = 36,7 + 29,8j, \text{ В}$$

Токи в параллельных ветвях:

$$\underline{i}_2 = \frac{\underline{\dot{U}}_{bc}}{\underline{Z}_2} = \frac{47,3 \text{ e}^{39,1^\circ j}}{11,18 \text{ e}^{26,5^\circ j}} = 4,23 \text{ e}^{12,6^\circ j} = 4,13 + 0,92j, \text{ А}$$

$$\underline{i}_3 = \frac{\underline{\dot{U}}_{bc}}{\underline{Z}_3} = \frac{47,3 \text{ e}^{39,1^\circ j}}{8,25 \text{ e}^{14,0^\circ j}} = 5,73 \text{ e}^{25,1^\circ j} = 5,19 + 2,43j, \text{ А}$$

Составим баланс мощностей. Мощность, отдаваемая источником:

$$\underline{S} = \underline{\dot{E}} \cdot \underline{\dot{I}}_1 = 100 \text{ e}^{0,0^\circ j} \cdot 9,90 \text{ e}^{-19,8^\circ j} = 990,2 \text{ e}^{-19,8^\circ j} = 931,8 - 334,9j, \text{ ВА}$$

Здесь $\underline{\dot{I}}_1$ комплексное сопряжение тока \underline{i}_1 (т.е. мнимая часть тока \underline{i}_1 имеет противоположный знак).

$$\text{Потребляемая мощность: } \underline{S} = \underline{i}_1^2 \cdot \underline{Z}_1 + \underline{i}_2^2 \cdot \underline{Z}_2 + \underline{i}_3^2 \cdot \underline{Z}_3 + =$$

$$= 9,90^2 \cdot (5,0 - 5,0j) + 4,23^2 \cdot (10,0 + 5,0j) + 5,73^2 \cdot (8,0 + 2,0j) = 931,8 - 334,9j, \text{ В} \cdot \text{А}$$

Ваттметр показывает активную мощность цепи:

$$W = \text{Re}[\underline{S}] = 931,8 \text{ Вт}$$

В пределах погрешности вычислений баланс соблюдается. Это подтверждает правильность проведённых расчётов.

Найдём падения напряжения на всех элементах схемы.

$$\begin{aligned} \underline{i}_1 \cdot \underline{R} &= 46,59 + 16,75j, \text{ В} & \underline{i}_1 \cdot jX_{L1} &= 0,0 + 0,0j, \text{ В} \\ \underline{i}_1 \cdot (-jX_{C1}) &= 16,74 - 46,57j, \text{ В} & & \\ \underline{i}_2 \cdot \underline{R} &= 41,27 + 9,2j, \text{ В} & \underline{i}_2 \cdot jX_{L2} &= -4,6 + 20,61j, \text{ В} \\ \underline{i}_2 \cdot (-jX_{C2}) &= 0,0 + 0,0j, \text{ В} & & \\ \underline{i}_3 \cdot \underline{R} &= 41,53 + 19,43j, \text{ В} & \underline{i}_3 \cdot jX_{L3} &= -4,86 + 10,39j, \text{ В} \\ \underline{i}_3 \cdot (-jX_{C3}) &= 0,0 + 0,0j, \text{ В} & & \end{aligned}$$

Приняв потенциал точки **С** равным нулю находим потенциалы всех точек схемы. Потенциал точки **В** найдём через напряжения ветвей 2 и 3. Сравнивая результаты расчёта по двум способам, сделаем вывод о правильности проведённых вычислений:

$$\varphi_C = 0 \text{ В};$$

$$\varphi_n = \varphi_C + \dot{I}_3 \cdot (j X_{L3}) = -4,9 + 10,4j, \text{ В}$$

$$\varphi_B = \varphi_n + \dot{I}_3 \cdot R_3 = 36,7 + 29,8j, \text{ В}$$

$$\varphi_m = \varphi_C + \dot{I}_2 \cdot (j X_{L2}) = -4,6 + 20,6j, \text{ В}$$

$$\varphi_B = \varphi_m + \dot{I}_2 \cdot R_2 = 36,7 + 29,8j, \text{ В}$$

$$\varphi_D = \varphi_B + \dot{I}_1 \cdot (-j X_{C1}) = 53,4 - 16,7j, \text{ В}$$

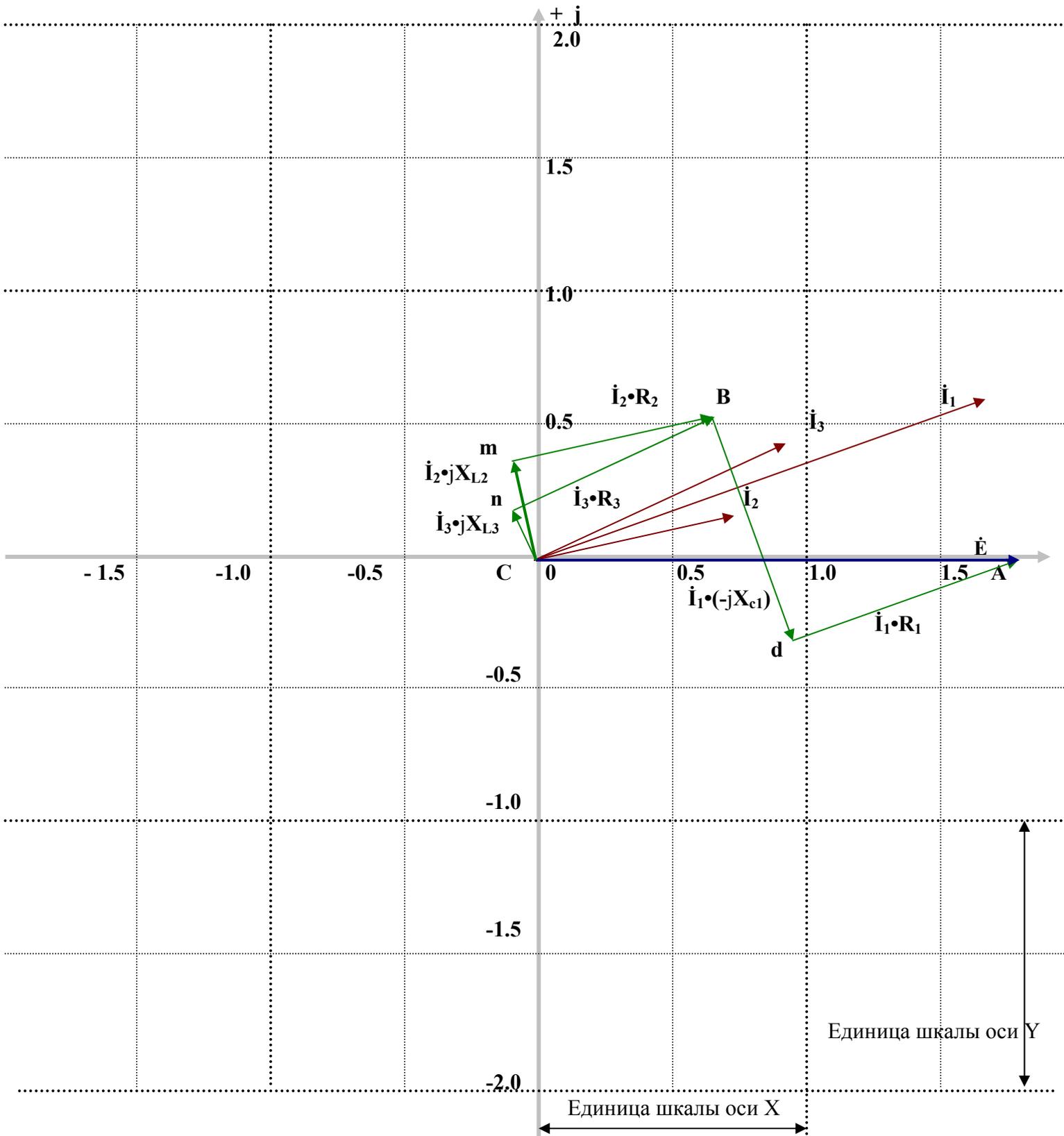
$$\varphi_A = \varphi_D + \dot{I}_1 \cdot R_1 = 100,0 + 0,0j, \text{ В}$$

Ваттметр показывает напряжение между точками **В** и **С**:

$$U_{bc} = | \varphi_B - \varphi_C | = 47,3 \text{ , В}$$

На основании этих данных построим векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений на комплексной плоскости.

ВЕКТОРНАЯ ДИАГРАММА ТОКОВ И ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ ДИАГРАММА НАПРЯЖЕНИЙ



Масштаб тока: единице шкалы соответствует - **5,0** А
 Масштаб напряжения: единице шкалы соответствует - **50,0** В