

Рис.14

$E = 220$	(В)
$L1 = 38.2 \cdot 10^{-3}$	(Гн)
$R2 = 6$	(Ом)
$C2 = 318 \cdot 10^{-6}$	(Ф)
$L2 = 47.7 \cdot 10^{-3}$	(Гн)
$R3 = 10$	(Ом)
$C3 = 300 \cdot 10^{-6}$	(Ф)
$f = 50$	(Гц)

Решение

Найдем комплексное сопротивление реактивных элементов цепи:

$$X_{L1} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L1 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 38.2 \cdot 10^{-3} = 12.001 \text{ (Ом)}$$

$$X_{L2} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L2 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 47.7 \cdot 10^{-3} = 14.985 \text{ (Ом)}$$

$$X_{C2} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C2} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 318 \cdot 10^{-6}} = 10.01 \text{ (Ом)}$$

$$X_{C3} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C3} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 300 \cdot 10^{-6}} = 10.61 \text{ (Ом)}$$

Запишем комплексные сопротивления ветвей цепи:

$$Z1 = j \cdot X_{L1} = 12.001j \quad |Z1| = 12.001 \quad \angle(Z1) = 90^\circ \text{ (Ом)}$$

$$Z2 = R2 + j \cdot X_{L2} - j \cdot X_{C2} = 6 + i \cdot 14.985 - i \cdot 10.01 = 6 + 4.976i \quad |Z2| = 7.795 \quad \angle(Z2) = 39.668^\circ \text{ (Ом)}$$

$$Z3 = R3 - j \cdot X_{C3} = 10 - 10.61j \quad |Z3| = 14.58 \quad \angle(Z3) = -46.696^\circ \text{ (Ом)}$$

Найдем эквивалентное сопротивление цепи:

$$Z_{\text{ЭКВ}} = Z1 + \frac{Z2 \cdot Z3}{Z2 + Z3} = 12.001i + \frac{(10 - 10.61i) \cdot (6 + 4.976i)}{6 + 4.976i + 10 - 10.61i} = 6.544 + 13.436i =$$

$$= |Z_{\text{ЭКВ}}| = 14.945 \quad \angle(Z_{\text{ЭКВ}}) = 64.032^\circ \text{ (Ом)}$$

Характер полного сопротивления: активно-индуктивное.

Теперь можем найти токи:

$$I1 = \frac{E}{Z_{\text{ЭКВ}}} = \frac{220}{6.544 + 13.436i} = 6.446 - 13.234j \quad |I1| = 14.72 \quad \angle(I1) = -64.032^\circ \text{ (А)}$$

$$I2 = \frac{I1 \cdot Z3}{Z2 + Z3} = \frac{(6.446 - 13.234i) \cdot (10 - 10.61i)}{6 + 4.976i + 10 - 10.61i} = -0.293 - 12.649j \quad |I2| = 12.652 \quad \angle(I2) = -91.328^\circ \text{ (А)}$$

$$I3 = \frac{I1 \cdot Z2}{Z2 + Z3} = \frac{(6.446 - 13.234i) \cdot (6 + 4.976i)}{6 + 4.976i + 10 - 10.61i} = 6.739 - 0.585j \quad |I3| = 6.764 \quad \angle(I3) = -4.963^\circ \text{ (А)}$$

Показания вольтметра и ваттметра соответственно будут:

$$U_V = E = 220 \text{ (В)}$$

$$U_V = I_1 \cdot Z_1 + I_2 \cdot Z_2 = (6.446 - 13.234i) \cdot 12.001i + (6 + 4.976i) \cdot (-0.293 - 12.649i) = 22 \text{ (В)}$$

$$P_W = \text{Re}(Z_3 \cdot I_3) = \text{Re}[(6.739 - 0.585i) \cdot (10 - 10.61i)] = 61.178 \text{ (Вт)}$$

Найдем напряжение на каждом элементе для построения векторной диаграммы:

$$U_{01} = I_1 \cdot j \cdot X_{L1} = (6.446 - 13.234j) \cdot j \cdot 12.001 = 158.822 + 77.353j = |U_{01}| = 176.658 \quad \angle(U_{01}) = 25.968^\circ \text{ (В)}$$

$$U_{12} = I_2 \cdot j \cdot X_{L2} = (-0.293 - 12.649i) \cdot i \cdot 14.985 = 189.55 - 4.393j = |U_{12}| = 189.601 \quad \angle(U_{12}) = -1.328^\circ \text{ (В)}$$

$$U_{23} = I_2 \cdot R_2 = (-0.293 - 12.649i) \cdot 6 = -1.759 - 75.894j = |U_{23}| = 75.914 \quad \angle(U_{23}) = -91.328^\circ \text{ (В)}$$

$$U_{34} = I_2 \cdot (-j \cdot X_{C2}) = (-0.293 - 12.649i) \cdot (-i) \cdot 10.01 = -126.613 + 2.935j = |U_{34}| = 126.647 \quad \angle(U_{34}) = 178.672^\circ \text{ (В)}$$

$$U_{15} = I_3 \cdot (-j \cdot X_{C3}) = (6.739 - 0.585j) \cdot (-j) \cdot 10.61 = -6.209 - 71.5j = |U_{15}| = 71.769 \quad \angle(U_{15}) = -94.963^\circ \text{ (В)}$$

$$U_{54} = I_3 \cdot R_3 = (6.739 - 0.585j) \cdot 10 = 67.387 - 5.852j = |U_{54}| = 67.641 \quad \angle(U_{54}) = -4.963^\circ \text{ (В)}$$

Потенциалы точек будут равны:

$$\varphi_0 = 0$$

$$\varphi_1 = \varphi_0 + U_{01} = 0 + 158.822 + 77.353j = 158.822 + 77.353j = |\varphi_1| = 176.658 \quad \angle(\varphi_1) = 25.968^\circ \text{ (В)}$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + U_{12} = 158.822 + 77.353j + 189.55 - 4.393j = 348.372 + 72.959j = |\varphi_2| = 355.93 \quad \angle(\varphi_2) = 11.828^\circ \text{ (В)}$$

$$\varphi_3 = \varphi_2 + U_{23} = 348.372 + 72.959j + -1.759 - 75.894j = 346.613 - 2.935j = |\varphi_3| = 346.625 \quad \angle(\varphi_3) = -0.485^\circ \text{ (В)}$$

$$\varphi_4 = \varphi_3 + U_{34} = 346.613 - 2.935j + -126.613 + 2.935j = 220 = |\varphi_4| = 220 \quad \angle(\varphi_4) = -4.048 \times 10^{-15}^\circ \text{ (В)}$$

$$\varphi_5 = \varphi_1 + U_{15} = 158.822 + 77.353j + -6.209 - 71.5j = 152.613 + 5.852j = |\varphi_5| = 152.725 \quad \angle(\varphi_5) = 2.196^\circ \text{ (В)}$$

$$\varphi_4 = \varphi_5 + U_{54} = 152.613 + 5.852j + 67.387 - 5.852j = 220 = |\varphi_4| = 220 \quad \angle(\varphi_4) = -3.007 \times 10^{-15}^\circ \text{ (В)}$$

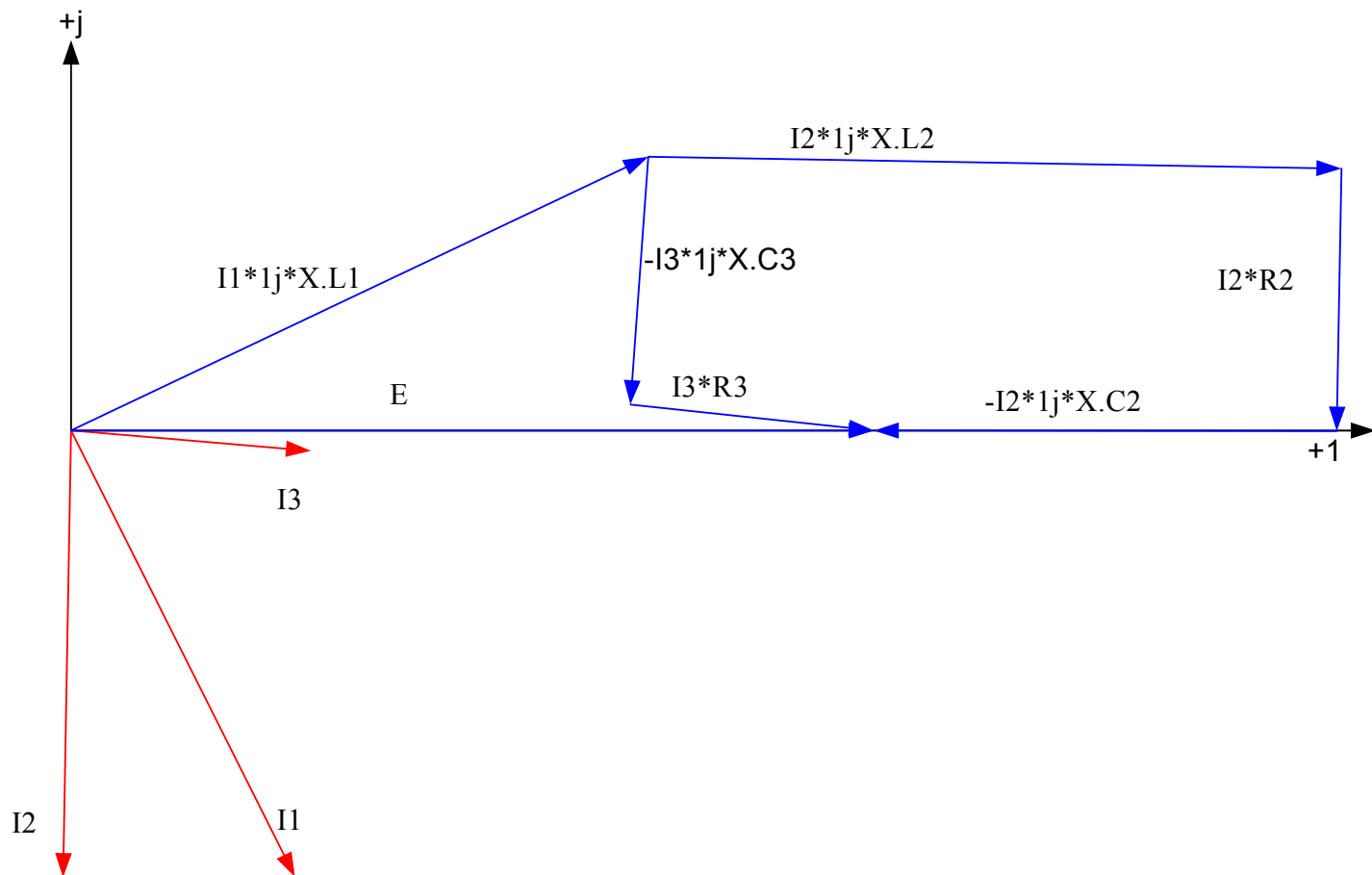
$$\varphi_0 = \varphi_4 - E = 220 - 220 = -1.155j \times 10^{-14}$$

Построим векторно-топографическую диаграмму токов и напряжений:

Масштаб

1 см=2А

1 см=20В



$$\angle(e) = \arg(e) \cdot \frac{180}{\pi}$$