



Дано

$$i := \sqrt{-1} \quad U_m := 14 \quad w := 2500 \quad \varphi := -25 \quad R_2 := 20 \quad L_1 := 4 \cdot 10^{-3} \quad L_2 := 6 \cdot 10^{-3}$$

$$C_1 := 40 \cdot 10^{-6} \quad C_3 := 10 \cdot 10^{-6}$$

Решение

Определим комплексное значение напряжения

$$E := \frac{U_m}{\sqrt{2}} \cdot e^{i \cdot \varphi \cdot \frac{\pi}{180}} = \frac{14}{\sqrt{2}} \cdot e^{\sqrt{-1} \cdot -25 \cdot \frac{\pi}{180}} = 8.972 - 4.184i$$

Найдем комплексное реактивное сопротивление

$$Z_{L1} := i \cdot w \cdot L_1 = \sqrt{-1} \cdot 2500 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 10i$$

$$Z_{C1} := \frac{1}{i \cdot w \cdot C_1} = \frac{1}{\sqrt{-1} \cdot 2500 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = -10i$$

$$Z_{L2} := i \cdot w \cdot L_2 = \sqrt{-1} \cdot 2500 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 15i$$

$$Z_{C3} := \frac{1}{i \cdot w \cdot C_3} = \frac{1}{\sqrt{-1} \cdot 2500 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = -40i$$

Найдем комплексное сопротивление ветвей

$$Z_1 := Z_{L1} + Z_{C1} = 0 \quad i \cdot 36.87 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$Z_2 := R_2 + Z_{L2} = 20 + 15i \quad Z_2 := 25 \cdot e^{i \cdot 36.87 \cdot \frac{\pi}{180}} = 20.0 + 15.0i$$

$$Z_3 := Z_{C3} = -40i \quad Z_3 := 40 \cdot e^{-i \cdot 90 \cdot \frac{\pi}{180}} = -40.0i$$

Сопротивления Z2 и Z3 Соединены параллельно

$$Z_{23} := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} = \frac{(20.0 + 15.0i) \cdot (0.0 + -40.0i)}{20.0 + 15.0i + 0.0 + -40.0i} = 31.22 - 0.9756i$$

$$Z_{23} := 31.235 \cdot e^{i \cdot -1.79 \cdot \frac{\pi}{180}} = 31.22 - 0.9757i$$

Определим общее комплексное сопротивление

$$Z_0 := Z_1 + Z_{23} = 31.22 - 0.9757i \quad Z_0 := 31.235 \cdot e^{i - 1.79 \cdot \frac{\pi}{180}} = 31.22 - 0.9757i$$

Найдем ток

$$I_1 := \frac{E}{Z_0} = \frac{8.972 + -4.184 \cdot i}{31.22 + -0.9757 \cdot i} = 0.2913 - 0.1249i$$

$$I_1 := 0.317 \cdot e^{i - 23.208 \cdot \frac{\pi}{180}} = 0.2913 - 0.1249i$$

Найдем напряжение разветвленного участка

$$U_{23} := I_1 \cdot Z_{23} = (0.2913 + -0.1249 \cdot i) \cdot (31.22 + -0.9757 \cdot i) = 8.973 - 4.184i = 8.973 - 4.184i$$

$$U_{23} := 9.899 \cdot e^{i - 25 \cdot \frac{\pi}{180}} = 8.972 - 4.183i$$

Найдем токи в ветвях

$$I_2 := \frac{U_{23}}{Z_2} = \frac{8.972 + -4.183 \cdot i}{20.0 + 15.0 \cdot i} = 0.1867 - 0.3492i$$

$$I_2 := 0.396 \cdot e^{i - 61.869 \cdot \frac{\pi}{180}} = 0.1867 - 0.3492i$$

$$I_3 := \frac{U_{23}}{Z_3} = \frac{8.972 + -4.183 \cdot i}{0.0 + -40.0 \cdot i} = 0.1046 + 0.2243i$$

$$I_3 := 0.247 \cdot e^{i - 64.998 \cdot \frac{\pi}{180}} = 0.1044 + 0.2239i$$

Найдем напряжения на всех элементах

$$U_{L1} := I_1 \cdot Z_{L1} = (0.2913 + -0.1249 \cdot i) \cdot 10i = 1.249 + 2.913i$$

$$U_{L1} := 3.169 \cdot e^{i - 66.792 \cdot \frac{\pi}{180}} = 1.249 + 2.913i$$

$$U_{C1} := I_1 \cdot Z_{C1} = (0.2913 + -0.1249 \cdot i) \cdot -10i = -1.249 - 2.913i$$

$$U_{C1} := 3.169 \cdot e^{i - 113.208 \cdot \frac{\pi}{180}} = -1.249 - 2.913i$$

$$U_{R2} := I_2 \cdot R_2 = (0.1867 + -0.3492 \cdot i) \cdot 20 = 3.734 - 6.984i$$

$$U_{R2} := 7.92 \cdot e^{i - 61.869 \cdot \frac{\pi}{180}} = 3.734 - 6.984i$$

$$U_{L2} := I_2 \cdot Z_{L2} = (0.1867 + -0.3492 \cdot i) \cdot 15i = 5.238 + 2.8i$$

$$U_{L2} := 5.939 \cdot e^{i - 28.127 \cdot \frac{\pi}{180}} = 5.238 + 2.8i$$

$$UC3 := I3 \cdot ZC3 = (0.1044 + 0.2239 \cdot i) \cdot -40i = 8.956 - 4.176i$$

$$UC3 := 9.882 \cdot e^{i \cdot -24.999 \cdot \frac{\pi}{180}} = 8.956 - 4.176i$$

Найдем баланс мощностей

$$S_{источника} := E \cdot \overline{I1} = (8.972 + -4.184 \cdot i) \cdot 0.2913 + -0.1249 \cdot i = 3.136 - 0.098i$$

$$P_{приемника} := (|I2|)^2 \cdot R2 = 3.136$$

$$Q_{приемника} := (|I2|)^2 \cdot w \cdot L2 + (|I1|)^2 \cdot \left(w \cdot L1 - \frac{1}{w \cdot C1} \right) + (|I3|)^2 \cdot \frac{-1}{w \cdot C3} = -0.089$$

$$S_{приемника} := P_{приемника} + i \cdot Q_{приемника} = 3.136 - 0.089i$$

Построим векторную диаграмму. Для наглядности ток увеличен в k раз $k := 40$

