

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет
ИИТУ

Расчетное задание №2
Дисциплина: ТОЭ

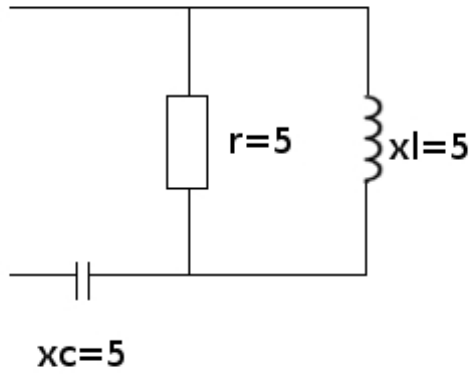
Выполнила: студентка 2 курса группы 23502/1
Митюгова О. Д.

Проверил: Балагула Ю.М..

Санкт-Петербург
2014

Задача 2.2

Схема:



Дано:

$$x_c=5$$

$$r=5$$

$$x_l=5$$

$$e=10\sqrt{2}\sin(\omega t)$$

Найти:

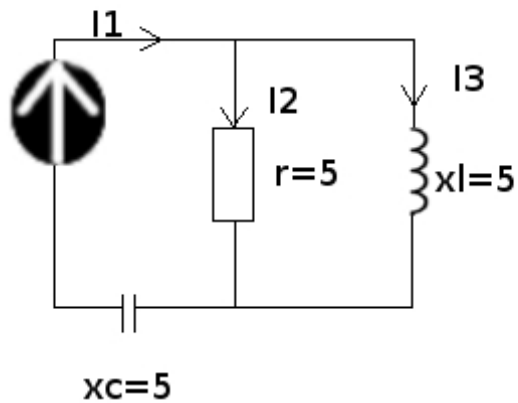
- токи, напряжения
- построить векторную диаграмму \bar{V}, \bar{I}
- найти мощности
- $\dot{U}, \dot{I} \Rightarrow i(t), u(t)$

Ответ:

Решение.

Найдём \dot{U} , \dot{I}

Перерисуем схему:



$$Z_1 = -j5; Z_2 = 5; Z_3 = j10$$
$$\dot{E} = 10;$$

Найдём эквивалентное сопротивление цепи ($Z_{\text{экв}}$):

$$Z_{\text{экв}} = Z_1 + Z_2 \parallel Z_3 = Z_1 + Z_2 * Z_3 / (Z_2 + Z_3) = -j5 + 5 * 10j / (5 + 10j) = 4 - j3 \text{ (Ом)}$$
$$Z_{23} = Z_2 \parallel Z_3 = Z_2 * Z_3 / (Z_2 + Z_3) = 4 + 2j \text{ (Ом)}$$

Найдём \dot{I} и \dot{U} :

$$\dot{I}_1 = \dot{E} / Z_{\text{экв}} = 10 / (4 - j3) = 1.6 + j1.2 \text{ (A)}$$
$$\dot{U}_2 = \dot{I} * Z_{\text{экв}} = \dot{I} * Z_{23} = (1.6 + j1.2) / (2j + 4) = 4 + j8 \text{ (В)}$$
$$\dot{I}_2 = \dot{U}_2 / Z_2 = (4 + j8) / 5 = 0.8 + j1.6 \text{ (A)}$$

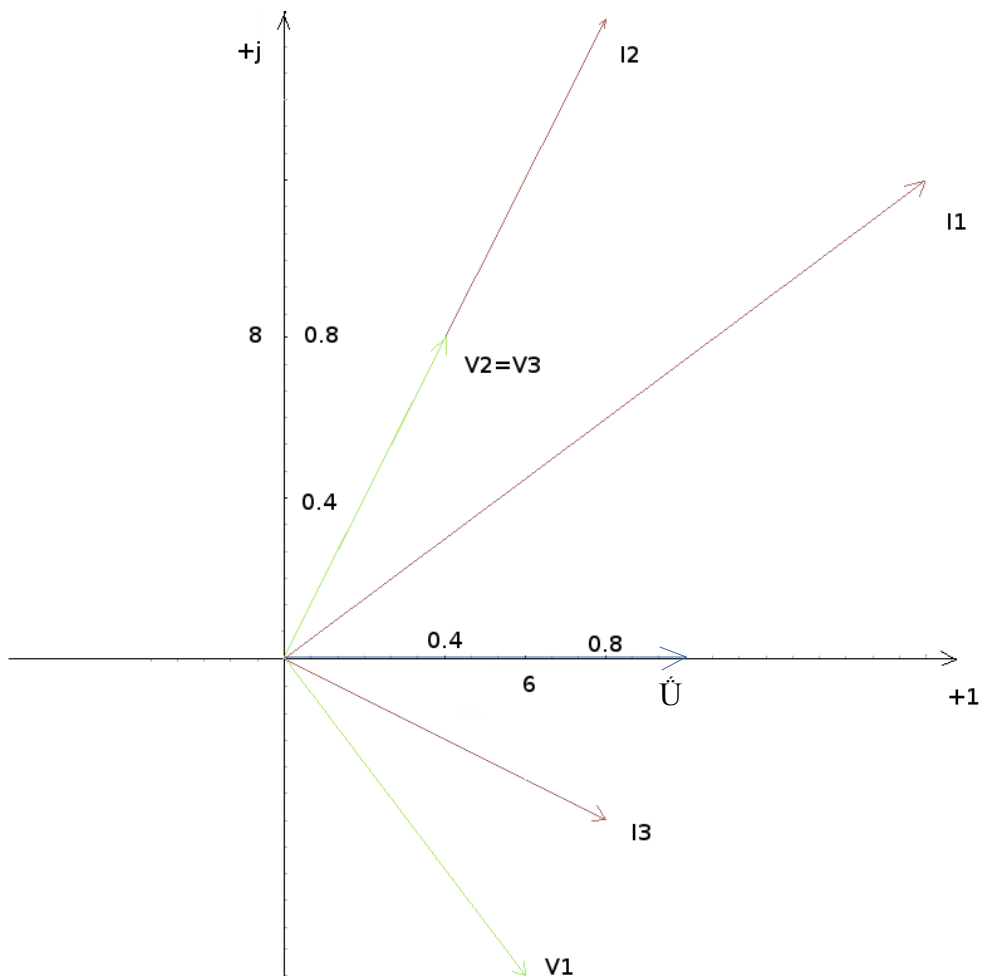
Для нахождения \dot{I}_3 запишем 1 Закон Кирхгофа для 1' узла:

$$-\dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 0 \quad \Rightarrow \quad \dot{I}_3 = \dot{I}_1 - \dot{I}_2 \quad \Rightarrow \quad \dot{I}_3 = 1.6 + j1.2 - 0.8 - j1.6 = 0.8 - j0.4$$

Отсюда можно найти \dot{U}_1 :

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 * Z_1 = -j5(1.6 + j1.2) = -j8 - j^2 6 = 6 - j8$$

Построим векторную диаграмму:



Суммарный вектор силы тока совпадает по направлению и параметрам с \dot{I}_1 .

Баланс мощности.

$$\begin{aligned} \dot{S}_1 &= \dot{U}_1 * \dot{I}_1^* = (6-j8) * (1.6-j1.2) = -j20 & \Rightarrow & P_1=0 \text{ Вт}; Q_1=-20 \text{ вар} \\ \dot{S}_2 &= \dot{U}_2 * \dot{I}_2^* = (4+j8) * (0.8-j1.6) = 16 & \Rightarrow & P_2=16 \text{ Вт}; Q_2=0 \text{ вар} \\ \dot{S}_3 &= \dot{U}_3 * \dot{I}_3^* = (4+j8) * (0.8-j0.4) = j8 & \Rightarrow & P_3=0 \text{ Вт}; Q_3=8 \text{ вар} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{S} &= \dot{E} * \dot{I}_1^* = 10 * (1.6-j1.2) = 16-j12 \\ \dot{S}_1 + \dot{S}_2 + \dot{S}_3 &= -j20 + 16 + j8 = 16-j12 \end{aligned}$$

$$\Downarrow$$

$$\dot{S} = \dot{S}_1 + \dot{S}_2 + \dot{S}_3$$

Выражаем из комплексных значений токов и напряжений мгновенное значение:

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$$

$$u = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$$

$$\dot{I}_1 = 1.6 + j1.2$$

$$i = \sqrt{2.56 + 1.44} = 2$$

$$I_{m1} = 2\sqrt{2}$$

$$\psi_{i1} = \arctg(1.2/1.6) = 0.64$$

$$i_1 = 2\sqrt{2} \sin(\omega t + 0.64)$$

Аналогично,

$$i_2 = \sqrt{6.4} \sin(\omega t + 1.11)$$

$$i_3 = \sqrt{1.6} \sin(\omega t + 0.46)$$

$$\dot{U}_1 = 6 - j8$$

$$U_1 = 10$$

$$U_{m1} = 10\sqrt{2}$$

$$\psi_{u1} = \arctg 8/6 = 0.93$$

$$u_1 = 10\sqrt{2} \sin(\omega t + 0.93)$$

Аналогично,

$$u_2 = 4\sqrt{10} \sin(\omega t + 1.11)$$