

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

## ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

### ТЕМА: РАСЧЁТ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

**ЦЕЛЬ:** На практике закрепить теоретические сведения по расчёту цепей постоянного тока

#### ПРИМЕР:

Для схемы, приведённой на рисунке 1, определить эквивалентное сопротивление цепи,  $R_{ЭКВ}$ , токи в каждом резисторе, напряжения на каждом резисторе, а также расход энергии в цепи за 8 часов работы.

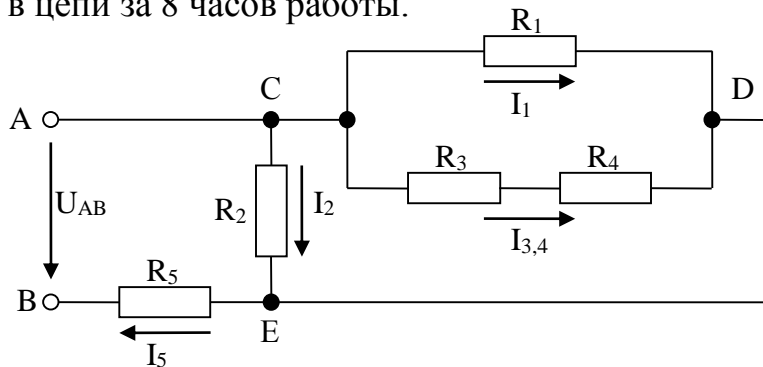
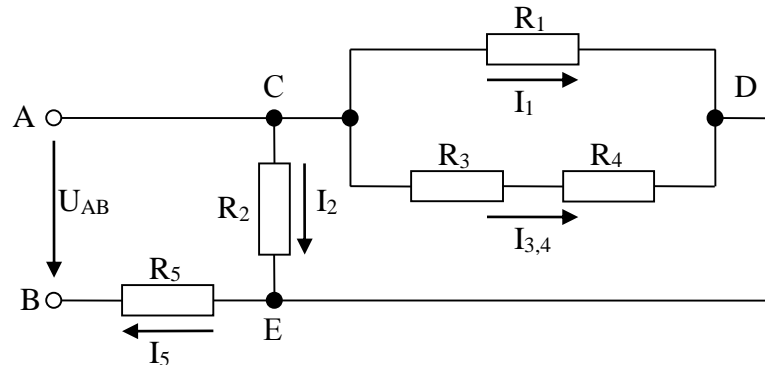


Рисунок 1 – Исходная схема для расчёта

#### РЕШЕНИЕ:

Дано:  $R_1=10$  (Ом),  $R_2=3$  (Ом),  $R_3=10$  (Ом),  $R_4=5$  (Ом),  $R_5=8$  (Ом),  $U_{AB}=150$  (В).



Исходная схема

Определить:  $R_{ЭКВ}$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_5$ ,  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_5$ , расход энергии,  $W$ , за 8 часов.

1. Определяем общее сопротивление на разветвлении CD. Необходимо учитывать, что резисторы  $R_3$  и  $R_4$  включены последовательно между собой, а резистор  $R_1$  параллельно им.

$$R_{3,4} = R_3 + R_4 = 10 + 5 = 15 \text{ (Ом)}$$

$$R_{CD} = \frac{R_1 \cdot R_{3,4}}{R_1 + R_{3,4}} = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = \frac{150}{25} = 6 \text{ (Ом)}$$

2. Определяем общее сопротивление относительно выводов CE. Необходимо учитывать, что резисторы  $R_2$  и  $R_{CD}$  включены параллельно между собой.

$$R_{CE} = \frac{R_2 \cdot R_{CD}}{R_2 + R_{CD}} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2 \text{ (Ом)}$$

3. Определяем эквивалентное сопротивление всей цепи. Необходимо учитывать, что резисторы  $R_5$  и  $R_{CE}$  включены последовательно между собой.

$$R_{ЭКВ} = R_{AB} = R_5 + R_{CE} = 8 + 2 = 10 \text{ (Ом)}$$

4. Определяем токи в резисторах и напряжения на них.

4.1 Так как напряжение  $U_{AB}$  приложено ко всей цепи, а  $R_{ЭКВ}$  уже найдено, то по закону Ома

$$I_5 = \frac{U_{AB}}{R_{ЭКВ}} = \frac{150}{10} = 15 \text{ (А)}$$

$$U_5 = I_5 \cdot R_5 = 15 \cdot 8 = 120 \text{ (В)}$$

4.2 Для определения тока  $I_2$  находим напряжение на резисторе  $R_2$

$$U_2 = U_{CE} = U_{AB} - U_5 = 150 - 120 = 30 \text{ (В)}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{30}{3} = 10 \text{ (А)}$$

4.3 Так как  $U_{CE}=U_{CD}$ , то можно определить токи  $I_1$  и  $I_{3,4}$

$$I_1 = \frac{U_{CD}}{R_1} = \frac{30}{10} = 3 \text{ (А)}$$

$$I_{3,4} = \frac{U_{CD}}{R_3 + R_4} = \frac{30}{15} = 2 \text{ (А)}$$

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 3 \cdot 10 = 30 \text{ (В)}$$

$$U_3 = I_{3,4} \cdot R_3 = 2 \cdot 10 = 20 \text{ (В)}$$

$$U_4 = I_{3,4} \cdot R_4 = 2 \cdot 5 = 10 \text{ (В)}$$

4.4 На основании первого закона Кирхгофа проводим проверку для узла С

$$I_5 - I_2 - I_1 - I_{3,4} = 15 - 10 - 3 - 2 = 0$$

5 Находим расход энергии за 8 часов работы

$$W = P \cdot t = U_{AB} \cdot I_5 \cdot t = 150 \cdot 15 \cdot 8 = 18000 \text{ (Вт} \cdot \text{ч)} = 18 \text{ (кВт} \cdot \text{ч)}$$

Ответ:  $R_{ЭКВ}=10 \text{ (Ом)}$ ,  $I_1=3 \text{ (А)}$ ,  $I_2=10 \text{ (А)}$ ,  $I_3=2 \text{ (А)}$ ,  $I_4=2 \text{ (А)}$ ,  $I_5=15 \text{ (А)}$ ,  $U_1=30 \text{ (В)}$ ,  $U_2=30 \text{ (В)}$ ,  $U_3=20 \text{ (В)}$ ,  $U_4=10 \text{ (В)}$ ,  $U_5=120 \text{ (В)}$ ,  $W=18 \text{ (кВт} \cdot \text{ч)}$

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

### ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

#### ТЕМА: РАСЧЁТ ЦЕПЕЙ ОДНОФАЗНОГО ТОКА

**ЦЕЛЬ:** На практике закрепить теоретические сведения по расчёту неразветвлённых цепей однофазного переменного тока

#### ПРИМЕР:

Неразветвлённая цепь переменного тока, приведённая на рисунке 5, содержит активные и реактивные сопротивления (два резистора, катушку индуктивности и конденсатор). Дана одна из дополнительных величин –  $U$ ,  $I$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ . Определить следующие величины, если они не заданы по условию:

- полное сопротивление цепи,  $Z$ , Ом;
- напряжение,  $U_{AB}$ , В, приложенное к цепи;
- силу тока в цепи.  $I$ , А;
- коэффициент мощности сети,  $\cos\varphi$ ;
- угол сдвига фаз,  $\varphi$  (величину и знак);
- активную,  $P$ , кВт, реактивную,  $Q$ , ВАР, и полную,  $S$ , ВА, мощность цепи;
- падения напряжения на всех элементах;
- построить в масштабе векторную диаграмму.

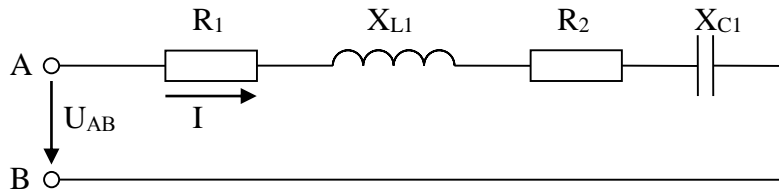
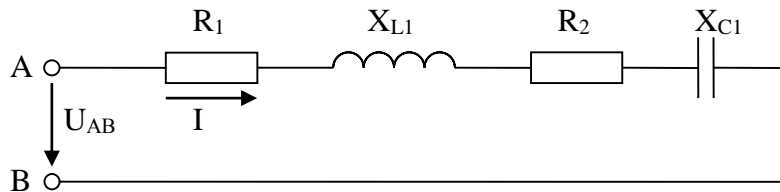


Рисунок 5 – Исходная схема для расчёта

#### РЕШЕНИЕ:

Дано:  $R_1=3$  (Ом),  $R_2=5$  (Ом),  $X_{L1}=12$  (Ом),  $X_{C1}=6$  (Ом),  $U_{AB}=100$  (В).



Исходная схема

Определить:  $Z$ ,  $I$ ,  $\cos\varphi$ ,  $\varphi$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P$ ,  $Q_{L1}$ ,  $Q_{C1}$ ,  $Q$ ,  $S$ ,  $U_{R1}$ ,  $U_{R2}$ ,  $U_{L1}$ ,  $U_{C1}$ .

1. Определяем полное сопротивление цепи

$$Z^2 = R^2 + X^2$$
$$Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_{L1} - X_{C1})^2} = \sqrt{(3+5)^2 + (12-6)^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = \sqrt{100} = 10 \text{ (Ом)}$$

**Если в цепи присутствует конденсатор, то его сопротивление в формуле берётся со знаком «-». Если бы в цепи не было конденсатора, а было две катушки индуктивности, то формула имела бы вид**  $Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_{L1} + X_{L2})^2}$

2. Определяем ток в цепи

$$I = \frac{U_{AB}}{Z} = \frac{100}{10} = 10 \text{ (А)}$$

3. Находим коэффициент мощности. Так как косинус четная функция, то чтобы не потерять знак, угол  $\varphi$  будем определять через синус

$$\sin \varphi = \frac{X_{L1} - X_{C1}}{Z} = \frac{12 - 6}{10} = \frac{6}{10} = 0,6 \Rightarrow \angle \varphi = 36^\circ 50' \Rightarrow \cos \varphi = 0,8$$

4. Определяем активную мощность элементов и всей цепи

$$P = U_{AB} \cdot I \cdot \cos \varphi = 100 \cdot 10 \cdot 0,8 = 800 \text{ (Вт)}$$

$$P_1 = I^2 \cdot R_1 = 10^2 \cdot 3 = 100 \cdot 3 = 300 \text{ (Вт)}$$

$$P_2 = I^2 \cdot R_2 = 10^2 \cdot 5 = 100 \cdot 5 = 500 \text{ (Вт)}$$

$$P = P_1 + P_2 = 300 + 500 = 800 \text{ (Вт)}$$

5. Определяем реактивную мощность элементов и всей цепи

$$Q = U_{AB} \cdot I \cdot \sin \varphi = 100 \cdot 10 \cdot 0,6 = 600 \text{ (ВАР)}$$

$$Q_{L1} = I^2 \cdot X_{L1} = 10^2 \cdot 12 = 100 \cdot 12 = 1200 \text{ (ВАР)}$$

$$Q_{C2} = I^2 \cdot (-X_{C1}) = 10^2 \cdot (-6) = 100 \cdot (-6) = -600 \text{ (ВАР)}$$

$$Q = Q_{L1} + Q_{C2} = 1200 - 600 = 600 \text{ (ВАР)}$$

6. Определяем полную мощность цепи

$$S = U_{AB} \cdot I = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ (ВА)}$$

$$S = I^2 \cdot Z = 10^2 \cdot 10 = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ (ВА)}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{800^2 + 600^2} = \sqrt{640000 + 360000} = \sqrt{1000000} = 1000 \text{ (ВА)}$$

7. Определяем падения напряжения на всех элементах

$$U_{R1} = I \cdot R_1 = 10 \cdot 3 = 30 \text{ (В)}$$

$$U_{R2} = I \cdot R_2 = 10 \cdot 5 = 50 \text{ (В)}$$

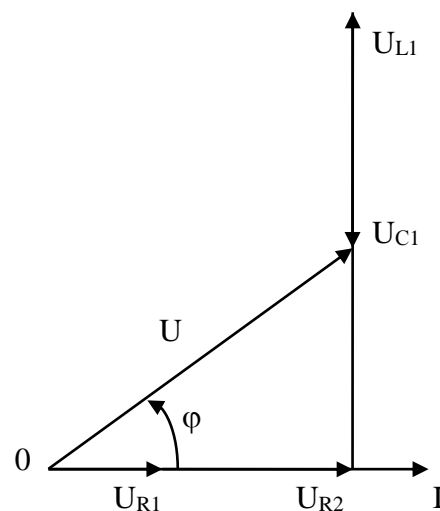
$$U_{L1} = I \cdot X_{L1} = 10 \cdot 12 = 120 \text{ (В)}$$

$$U_{C1} = I \cdot X_{C1} = 10 \cdot 6 = 60 \text{ (В)}$$

Ответ:  $Z=10$  (Ом),  $I=10$  (А),  $\cos \varphi=0,8$ ,  $\varphi=36^\circ 50'$ ,  $P_1=300$  (Вт),  $P_2=500$  (Вт),  $P=800$  (Вт),  $Q_{L1}=1200$  (ВАР),  $Q_{C1}=-600$  (ВАР),  $Q=600$  (ВАР),  $S=1000$  (ВА),  $U_{R1}=30$  (В),  $U_{R2}=50$  (В),  $U_{L1}=120$  (В),  $U_{C1}=60$  (В).

8. Построение векторной диаграммы

Построение начинается с выбора масштаба для тока и напряжения. Задаёмся масштабом по току: в 1 см – 2,0 А и масштабом по напряжению: в 1 см – 20 В. Построение начинается с вектора тока, который откладывается по горизонтали в масштабе, то есть длиной 5 см. Вдоль вектора тока откладываем векторы падения напряжения на активных сопротивлениях  $U_{R1}$  и  $U_{R2}$  длиной 1,5 см и 2,5 см соответственно. Из конца вектора  $U_{R2}$  в сторону опережения вектора тока на  $90^\circ$  откладывается вектор падения напряжения  $U_{L1}$  длиной 6 см. Из конца вектора  $U_{L1}$  в сторону отставания от вектора тока на  $90^\circ$  откладывается вектор падения напряжения  $U_{C1}$  длиной 3 см. Точка 0 соединяется вектором с концом вектора  $U_{C1}$ , этот вектор является вектором напряжения  $U_{AB}$  и его длин должна быть 5 см.



### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

#### ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

#### ТЕМА: РАСЧЁТ ЦЕПЕЙ ОДНОФАЗНОГО ТОКА

**ЦЕЛЬ:** На практике закрепить теоретические сведения по расчёту разветвлённых цепей однофазного переменного тока

#### ПРИМЕР:

Разветвлённая цепь переменного тока, приведённая на рисунке 9, состоит из двух параллельных ветвей, содержащих активные и реактивные сопротивления. Определить величины, отмеченные в таблице прочерком.

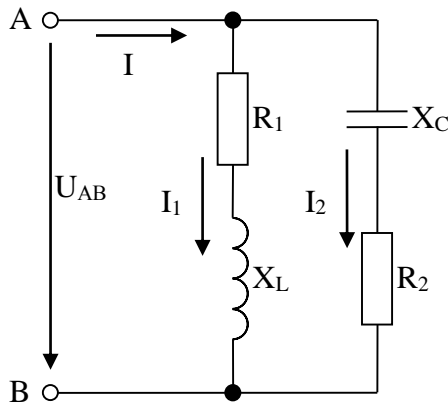
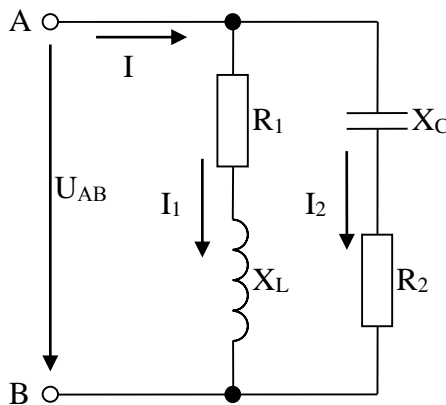


Рисунок 9 – Исходная схема

#### РЕШЕНИЕ:

Дано:  $R_1=12$  (Ом),  $R_2=6$  (Ом),  $X_L=16$  (Ом),  $X_C=8$  (Ом),  $P_1=48$  (Вт).



Исходная схема

Определить:  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $I$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $\cos\varphi$ ,  $\varphi$ ,  $\cos\varphi_1$ ,  $\varphi_1$ ,  $\cos\varphi_2$ ,  $\varphi_2$ ,  $P_2$ ,  $P$ ,  $Q_L$ ,  $Q_C$ ,  $Q$ ,  $S$ ,  $U_{AB}$ .  
Построить в масштабе векторную диаграмму.

1. Определяем полное сопротивление ветвей

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_L^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = \sqrt{144 + 256} = \sqrt{400} = 20 \text{ (Ом)}$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + (-X_C)^2} = \sqrt{6^2 + (-8)^2} = \sqrt{36 + 64} = \sqrt{100} = 10 \text{ (Ом)}$$

2. Определяем ток в первой ветви

$$I_1 = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}} = \sqrt{\frac{48}{12}} = \sqrt{4} = 2 \text{ (A)}$$

3. Определяем напряжение, приложенное к цепи

$$U_{AB} = I_1 \cdot Z_1 = 2 \cdot 20 = 40 \text{ (В)}$$

4. Определяем токи во второй ветви

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{Z_2} = \frac{40}{10} = 4 \text{ (A)}$$

5. Находим активную мощность цепи

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = 2^2 \cdot 12 = 4 \cdot 12 = 48 \text{ (Вт)}$$

$$P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = 4^2 \cdot 6 = 16 \cdot 6 = 96 \text{ (Вт)}$$

$$P = P_1 + P_2 = 48 + 96 = 144 \text{ (Вт)}$$

6. Определяем реактивную мощность цепи

$$Q_L = I_1^2 \cdot X_L = 2^2 \cdot 16 = 4 \cdot 16 = 64 \text{ (ВАР)}$$

$$Q_C = I_2^2 \cdot (-X_C) = 4^2 \cdot (-8) = 16 \cdot (-8) = -128 \text{ (ВАР)}$$

$$Q = Q_L + Q_C = 64 - 128 = -64 \text{ (ВАР)}$$

Знак «-» показывает, что преобладает реактивная мощность ёмкостного характера.

7. Определяем полную мощность цепи

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{144^2 + (-64)^2} = \sqrt{20736 + 4096} = \sqrt{24832} = 157,58 \text{ (ВА)}$$

8. Определяем ток в неразветвлённой части цепи

$$I = \frac{S}{U_{AB}} = \frac{157,58}{40} = 3,94 \text{ (A)}$$

9. Угол сдвига фаз во всей цепи находим через синус во избежание потери знака угла

$$\sin \varphi = \frac{Q}{S} = \frac{-64}{157,58} = -0,406 \Rightarrow \angle \varphi = -23^\circ 58' \Rightarrow \cos \varphi = 0,91$$

Знак «-» показывает, что ток в цепи опережает напряжение  $U_{AB}$ .

10. Для построения векторной диаграммы определяем углы сдвига фаз в ветвях

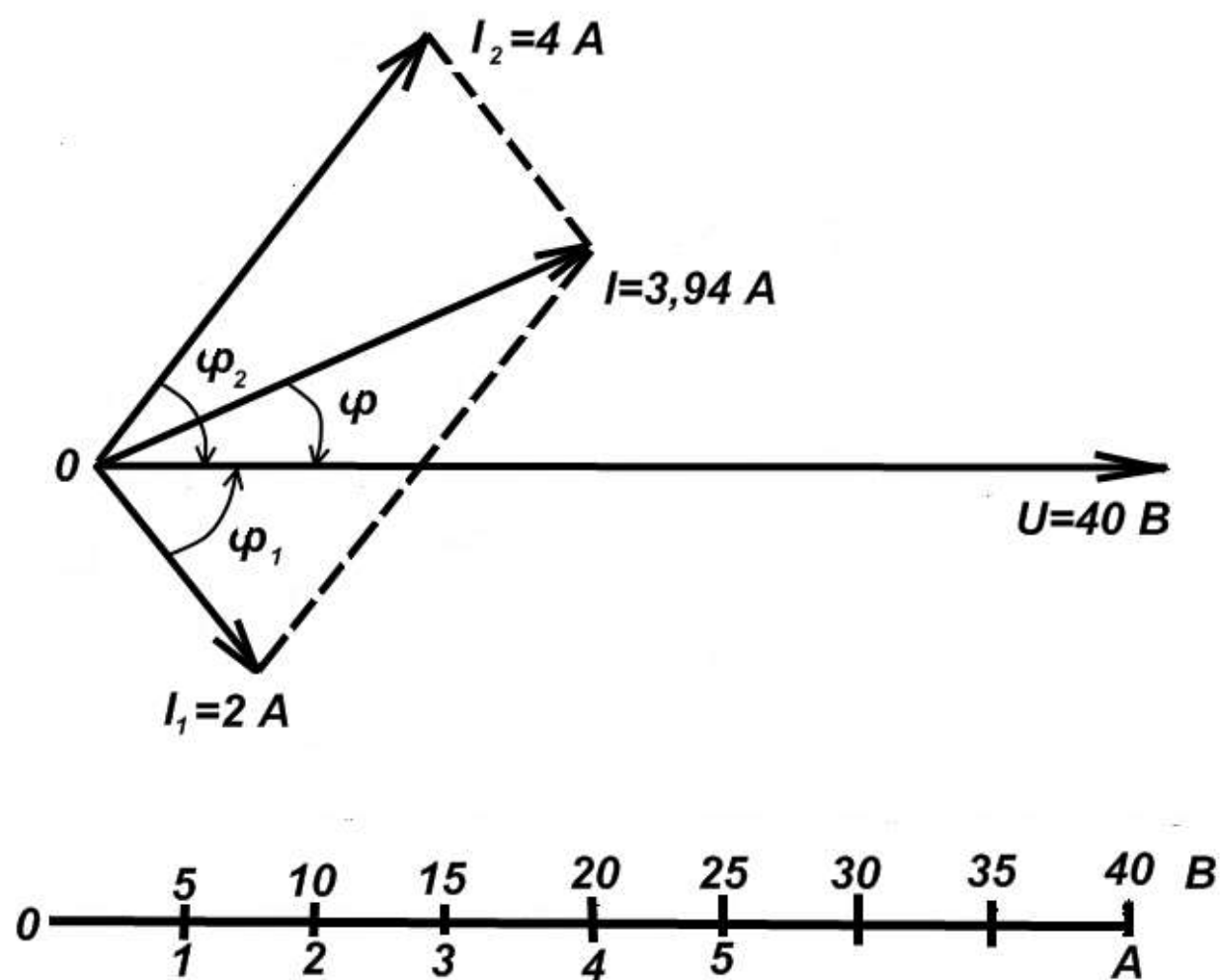
$$\sin \varphi_1 = \frac{X_L}{Z_1} = \frac{16}{20} = 0,8 \Rightarrow \angle \varphi_1 = 53^\circ 10' \Rightarrow \cos \varphi_1 = 0,6$$

$$\sin \varphi_2 = \frac{X_C}{Z_2} = \frac{-8}{10} = -0,8 \Rightarrow \angle \varphi_2 = -53^\circ 10' \Rightarrow \cos \varphi_2 = 0,6$$

Ответ:

$Z_1=20$  (Ом),  $Z_2=10$  (Ом),  $I=3,94$  (А),  $I_1=2$  (А),  $I_2=4$  (А),  $\cos \varphi=0,91$ ,  $\varphi=-23^\circ 58'$ ,  $\cos \varphi_1=0,6$ ,  $\varphi_1=53^\circ 10'$ ,  $\cos \varphi_2=0,6$ ,  $\varphi_2=-53^\circ 10'$ ,  $P_2=96$  (Вт),  $P=144$  (Вт),  $Q_L=64$  (ВАР),  $Q_C=-128$  (ВАР),  $Q=-64$  (ВАР),  $S=157,58$  (ВА),  $U_{AB}=40$  (В).

11. Задаёмся масштабом по току: в 1 см – 1 А и напряжению: в 1 см – 5 В. Построение начинается с вектора напряжения длиной 8 см. Под углом  $\varphi_1$  к нему в сторону отставания откладывается в масштабе вектор тока  $I_1$  длиной 2 см, а под углом  $\varphi_2$  к нему в сторону опережения откладывается в масштабе вектор тока  $I_2$  длиной 4 см. Геометрическая сумма этих векторов равна току в неразветвлённой части цепи.





# Задача 1

$\xi = \frac{1}{R} [\text{Om}]$        $y = y_1 + y_2 + y_3$   
 $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$   
 $I - \text{var}; I = I_A + I_B + I_C$   
 $U - \text{const}$

Упражнение 1.2  
 2.1.60

$R_1 = 10 \text{ Om}$   
 $R_2 = 30 \text{ Om}$   
 $R_3 = 10 \text{ Om}$   
 $R_4 = 5 \text{ Om}$   
 $R_5 = 8 \text{ Om}$   
 $U_{AB} = 150 \text{ B}$

$R_{\text{общ}} = ?$      $U(8) = ?$   
 $I_{\text{общ}} = ?$   
 $U_{\text{общ}} = ?$

Решение:  
 $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 = 10 + 30 = 40 \text{ Om}$

$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$      $R_{\text{общ}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$   
 $\frac{1}{40} = \frac{1}{10} + \frac{1}{R_2}$      $R_2 = 30 \text{ Om}$

$\frac{10 \cdot 30}{40} = 7.5$

$\frac{1}{R_6} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$      $R_6 = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5}$   
 $\frac{1}{R_6} = \frac{1}{5} + \frac{1}{8}$   
 $\frac{1}{R_6} = \frac{8+5}{40} = \frac{13}{40}$   
 $R_6 = \frac{40}{13} \approx 3.08 \text{ Om}$

$R_{\text{общ}} = R_3 + R_6 = 10 + 3.08 = 13.08 \text{ Om}$

$I_{\text{общ}} = \frac{U_{AB}}{R_{\text{общ}}} = \frac{150}{13.08} \approx 11.47 \text{ A}$   
 $U_5 = I_5 \cdot R_5 = 11.47 \cdot 8 \approx 91.76 \text{ B}$

$U_{\text{общ}} = U_{AB} - U_5 = 150 - 91.76 = 58.24 \text{ B}$

$I_{\text{общ}} = I_{\text{общ}} = 11.47 \text{ A}$   
 $I_5 = I_{\text{общ}} = 11.47 \text{ A}$   
 $U_5 = I_5 \cdot R_5 = 11.47 \cdot 8 \approx 91.76 \text{ B}$

$I_5 = I_{\text{общ}} = 11.47 \text{ A}$   
 $U_5 = I_5 \cdot R_5 = 11.47 \cdot 8 \approx 91.76 \text{ B}$



$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{30}{10} = 3 \text{ A}$$

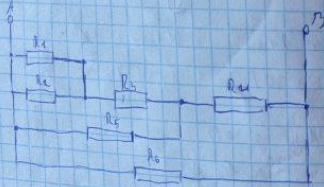
$$I_{24} = I_2 = I_{24} = \frac{U_{24}}{R_{24}} = \frac{30}{15} = 2 \text{ A}$$

$$U_{24} = I_2 \cdot R_2 = 3 \cdot 10 = 30 \text{ V}$$

$$U_{24} = I_{24} \cdot R_{24} = 2 \cdot 15 = 30 \text{ V}$$

$$W = I U t = 15 \cdot 150 \cdot 9 = 13000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 13 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Вариант 15



Дано

$$R_1 = 10 \quad I_5 = 1 \text{ A}$$

$$R_2 = 10$$

$$R_3 = 4$$

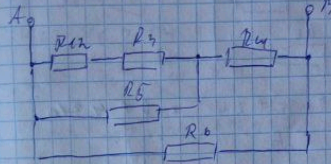
$$R_4 = 4$$

$$R_5 = 10$$

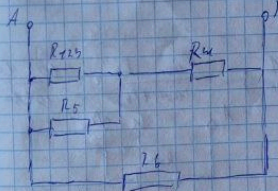
$$R_6 = 10$$

$$R_{12} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = \frac{100}{20} = 5 \text{ Ом}$$

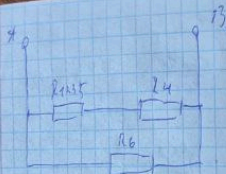


$$R_{123} = R_{12} + R_3 = 5 + 4 = 9$$



$$\frac{1}{R_{1235}} = \frac{1}{R_{123}} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{9} + \frac{1}{10} = \frac{10 + 9}{90} = \frac{19}{90}$$

$$6 \text{ Ом}$$



$$R_{1234} = R_{12} + R_3 + R_4 = 5 + 4 + 4 = 13$$

А



$$R_{12345} = \frac{1}{\frac{1}{R_{1234}} + \frac{1}{R_5}} = \frac{1}{\frac{1}{13} + \frac{1}{10}} = \frac{10 \cdot 13}{10 + 13} = \frac{130}{23}$$

$$\frac{100}{23} = 4.35$$

$$I_5 = 3.6$$

$$I_{1234} = \frac{U_{1234}}{R_{1234}}$$

$$U_{1234} = I_5 \cdot R_5 = 3.6 \cdot 10 = 36 \text{ В}$$

$$U_{1234} = I_{1234} \cdot R_{1234}$$

$$I_{1234} = \frac{U_{1234}}{R_{1234}} = \frac{36}{13} = 2.77$$

$$I_{1234} = I_{1234} \cdot 10$$

$$I_{1234} = 27.7 \text{ A}$$

$$U_{1234} = I_{1234} \cdot R_{1234} = 27.7 \cdot 13 = 361.1 \text{ В}$$

$$I_5 = \frac{U_{1234}}{R_5} = \frac{361.1}{10} = 36.1 \text{ A}$$

$$I_{1234} = I_5 + I_{1234} = 36.1 + 27.7 = 63.8 \text{ A}$$

$$U_{1234} = I_{1234} \cdot R_{1234} = 63.8 \cdot 13 = 829.4 \text{ В}$$

$$I_5 = \frac{U_{1234}}{R_5} = \frac{829.4}{10} = 82.94 \text{ A}$$

$$I_{1234} = \frac{U_{1234}}{R_{1234}} = \frac{829.4}{13} = 63.8 \text{ A}$$

$$I_5 = 3.6$$

$$I_{1234} = \frac{U_{1234}}{R_{1234}}$$

$$U_{1234} = I_5 \cdot R_5 = 3.6 \cdot 10 = 36 \text{ В}$$

$$U_{1234} = U_{1234} = 36 \text{ В}$$

$$U_{1234} = U_{1234} = 36 \text{ В}$$

$$U_{1234} = U_{1234} = 36 \text{ В}$$



$$u_{12} = u_1$$

$$u_{12} = 36$$

$$u_2 = 12,6$$

$$u_{12} = 36 - 12,6 = 23,4$$

$$u_{12} = u_1 = u_2 = 23,4$$

$$I_{12} = \frac{u_1}{R_1} = \frac{23,4}{10} = 2,34$$

$$I_{12} = \frac{u_2}{R_2} = \frac{23,4}{15} = 1,56$$

$$u_{123} = u_1 = u_2 = u_3$$

$$u_{123} = 36 - 3,6 = 32,4$$

$$I_{123} = I_{12} = I_3 = \frac{u_{123}}{R_{123}} = \frac{32,4}{6} = 5,4$$

$$u_{123} = u_1 = u_2 = u_3$$

$$I_{123} = I_{12} = I_3 = \frac{u_{123}}{R_{123}} = \frac{32,4}{6} = 5,4$$

$$u_{123} = u_1 = u_2 = u_3$$

$$I_{123} = \frac{u_{123}}{R_{123}} = \frac{32,4}{6} = 5,4$$

$$I_{123} = 5,4$$

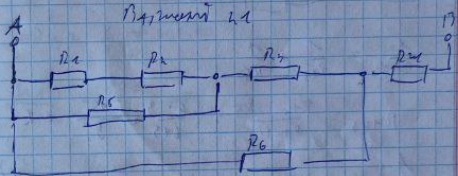
$$u_{123} = u_1 = u_2 = u_3$$

$$I_{123} = \frac{u_{123}}{R_{123}} = \frac{32,4}{6} = 5,4$$

$$u_{123} = 36$$

$$I_{123} = I_{12} = I_3 = \frac{u_{123}}{R_{123}} = \frac{36}{6} = 6$$

$$I_{123} = \frac{u_{123}}{R_{123}} = \frac{36}{6} = 6$$



$$u_{123} = 36$$

$$R_{12} = 4$$

$$R_{12} = 4$$

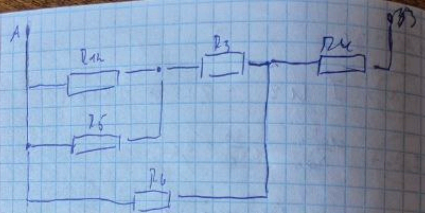
$$R_{12} = 4$$

$$R_{12} = 4$$

$$R_{12} = 4$$

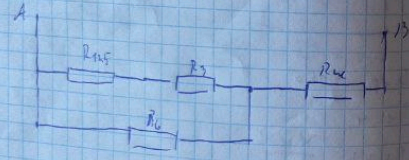
$$R_{12} = 4$$

$$R_{12} = 4$$

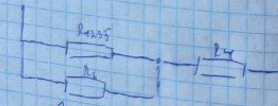


$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = 2$$

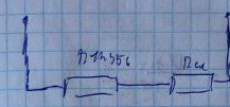


$$R_{123} = R_{12} + R_3 = 2 + 8 = 10$$



$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_6}$$

$$R_{123} = \frac{R_{12} \cdot R_6}{R_{12} + R_6} = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = 6$$



$$R_{123} = 6 + 4 = 10$$

$$I_{123} = \frac{u_{123}}{R_{123}} = \frac{36}{10} = 3,6$$

$$I_{123} = I_{12} = I_3 = 3,6$$

$$u_{12} = I_{12} \cdot R_{12} = 3,6 \cdot 4 = 14,4$$

$$u_{123} = I_{123} \cdot R_{123} = 3,6 \cdot 10 = 36$$

$$u_{123} = u_{12} = u_3 = 36$$

$$I_{12} = \frac{u_{12}}{R_{12}} = \frac{14,4}{4} = 3,6$$

$$I_{123} = I_{12} = I_3 = \frac{u_{123}}{R_{123}} = \frac{36}{10} = 3,6$$

$$u_{12} = I_{12} \cdot R_{12} = 3,6 \cdot 4 = 14,4$$

$I_{123}$   
 $I_{12}$   
 $I_3$   
 $u_{12}$   
 $u_{123}$   
 $u_3$

## Задача 2



1.2.9

4

магнито-протон

Дано

$$A = 350 \text{ мм}$$

$$B = 300 \text{ мм}$$

$$a = 50 \text{ мм}$$

$$b = 90 \text{ мм}$$

$$C = 100 \text{ мм}$$

$$L = 120 \text{ мм}$$

$$\delta = 9 \text{ мм}$$

Продольная загрузка

$$P_{\delta} = 1,3 \text{ Тл}$$

$$I = 0,5 \text{ А}$$

Электрон. заряд

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/А}$$

$$\mu = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_r = 1,25$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$\mu_0 \mu_r = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/А}$$

$$1. \dots$$

2. 3. - 4.

$$S_{12} = a \cdot 100 = 50 \cdot 100 = 5000 = 5 \cdot 10^3 \text{ м}^2$$

$$S_{23} = b \cdot 100 = 80 \cdot 100 = 8000 = 8 \cdot 10^3 \text{ м}^2$$

$$S_{34} = c \cdot 100 = 100 \cdot 100 = 10000 = 10 \cdot 10^3 \text{ м}^2$$

$$S_{41} = d \cdot 100 = 120 \cdot 100 = 12000 = 12 \cdot 10^3 \text{ м}^2$$

5.

$$\varphi = B \cdot S$$

$$\varphi = 1,3 \cdot 1,56 \cdot 10^{-6} = 2,028 \cdot 10^{-6} \text{ Вб}$$

6.

$$B_{12} = \frac{\varphi}{S_{12}} = \frac{2,028 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^3} = 4,056 \cdot 10^{-10} \text{ Тл}$$

$$B_{23} = \frac{\varphi}{S_{23}} = \frac{2,028 \cdot 10^{-6}}{8 \cdot 10^3} = 2,535 \cdot 10^{-10} \text{ Тл}$$

$$B_{34} = \frac{\varphi}{S_{34}} = \frac{2,028 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 10^3} = 2,028 \cdot 10^{-10} \text{ Тл}$$

$$B_{41} = \frac{\varphi}{S_{41}} = \frac{2,028 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 10^3} = 1,69 \cdot 10^{-10} \text{ Тл}$$

$$P_{12} = 2,028 \cdot 1,56 \cdot 10^{-6} = 3,16368 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{23} = 2,028 \cdot 2,535 \cdot 10^{-6} = 5,14078 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{34} = 2,028 \cdot 2,028 \cdot 10^{-6} = 4,11278 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{41} = 2,028 \cdot 1,69 \cdot 10^{-6} = 3,42732 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{12} = 3,16368 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{23} = 5,14078 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{34} = 4,11278 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{41} = 3,42732 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{12} = 3,16368 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{23} = 5,14078 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{34} = 4,11278 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{41} = 3,42732 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{12} = 3,16368 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{23} = 5,14078 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{34} = 4,11278 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{41} = 3,42732 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{12} = 3,16368 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{23} = 5,14078 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{34} = 4,11278 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{41} = 3,42732 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{12} = 3,16368 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$P_{23} = 5,14078 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

однажды

3.

$$P = u \cdot I = 2,800 \cdot 0,15 = 0,42 \text{ Вт}$$

$$H_{12} = \frac{P}{S_{12}} = \frac{0,42}{5 \cdot 10^3} = 8,4 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/м}^2$$

$$H_{23} = \frac{P}{S_{23}} = \frac{0,42}{8 \cdot 10^3} = 5,25 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/м}^2$$

$$H_{34} = \frac{P}{S_{34}} = \frac{0,42}{10 \cdot 10^3} = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/м}^2$$

$$H_{41} = \frac{P}{S_{41}} = \frac{0,42}{12 \cdot 10^3} = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/м}^2$$

$$H_{12} = 8,4 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/м}^2$$

$$H_{23} = 5,25 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/м}^2$$

$$H_{34} = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/м}^2$$

$$H_{41} = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/м}^2$$

8

$$\varphi = B_{12} \cdot S_{12} = 8,4 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^3 = 4,2 \cdot 10^{-1} \text{ Вб}$$

$$\varphi = B_{23} \cdot S_{23} = 5,25 \cdot 10^{-5} \cdot 8 \cdot 10^3 = 4,2 \cdot 10^{-1} \text{ Вб}$$

$$\varphi = B_{34} \cdot S_{34} = 4,2 \cdot 10^{-5} \cdot 10 \cdot 10^3 = 4,2 \cdot 10^{-1} \text{ Вб}$$

$$\varphi = B_{41} \cdot S_{41} = 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot 12 \cdot 10^3 = 4,2 \cdot 10^{-1} \text{ Вб}$$



$$Q = 7,4 \cdot 10^{-7} + 11,1 \cdot 10^{-7} + 14,8 \cdot 10^{-7} + 19,2 \cdot 10^{-7} \\ 10^{-7} \approx 50,56 \cdot 10^{-7}$$

с. 104, 105

с. 1

3) не нужно считать, потому что формула в физике

2) из этой формулы вытекают значения

1) из формулы вытекают значения

1)

с. 1, 14

4) это закон Фарадея

с. 1, 14

1)

с. 1, 15

4)

с. 1, 14

6)

с. 1, 15

3)

с. 1, 16

1)

с. 1, 1

3)

$$U_{op} \approx \frac{2U_{max}}{\pi} \text{ и } U = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \\ \approx \frac{2U_{max}}{\pi} \approx 0,637 U_{max} \quad \frac{U_{max}}{1,414} = 0,707 U_{max}$$

с. 1, 1

2 = 50

$$U \approx 1,414 \sin(\omega t + \frac{\pi}{4})$$

$$i \approx \frac{U}{R} \approx \frac{1,414 \sin(\omega t + \frac{\pi}{4})}{500} \approx 2,828 \sin(\omega t + \frac{\pi}{4})$$

2)

## Задача 3



$$\omega = 100 \text{ rad/s}$$

$$R = 100 \text{ }\Omega$$

$$U = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

$$U = \frac{100}{\sqrt{2}} = \frac{100}{1,414} \approx 70,7 \text{ V}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}}{R} = \frac{100}{100} = 1 \text{ A}$$

$$I = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{1,414} \approx 0,707 \text{ A}$$

1)

100425

Diagram 1

Diagram 2

Diagram

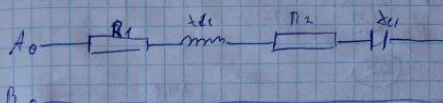
Diagram

Diagram

Diagram

Diagram

Diagram 1



1.

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{10^2 + (4 - 8)^2} = \sqrt{10^2 + 16} = \sqrt{116} \approx 10,8 \text{ }\Omega$$

2.

$$Q_{\text{ind}} = I^2 \cdot X_L$$

$$-96 = I^2 \cdot 8$$

$$I^2 = \frac{96}{8} = 12 \Rightarrow I = \sqrt{12} \approx 3,46 \text{ A}$$

$$I = \frac{U_{\text{max}}}{Z}$$

$$U_{\text{max}} = 100 \text{ V}$$

3.

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{10}{10,8} \approx 0,9$$

$$\sin \varphi = \frac{X_L - X_C}{Z} = \frac{-4}{10,8} \approx -0,37$$

$$\varphi \approx -53,9^\circ$$

$$4. P = I^2 \cdot R$$

$$P = 1,414 \cdot 100 = 141,4 \text{ W}$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$P = \frac{100^2}{100} = 100 \text{ W}$$

$$P = I^2 \cdot R = 1,414^2 \cdot 100 = 200 \text{ W}$$

5.

$$Q = I^2 \cdot (X_L - X_C)$$

$$Q = 1,414^2 \cdot (-4) = -8 \text{ VAR}$$

6.

$$S = I^2 \cdot Z = 1,414^2 \cdot 10,8 = 21,6 \text{ VA}$$

7.

$$U_{R1} = I \cdot R_1 = 1,414 \cdot 100 = 141,4 \text{ V}$$

$$U_{R2} = I \cdot R_2 = 1,414 \cdot 100 = 141,4 \text{ V}$$

$$U_{L1} = I \cdot X_{L1} = 1,414 \cdot 4 = 5,66 \text{ V}$$

$$U_{C1} = I \cdot X_{C1} = 1,414 \cdot 8 = 11,31 \text{ V}$$

Diagram 15

Diagram

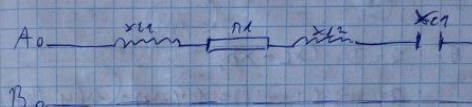
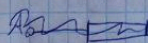
Diagram

Diagram

Diagram

$$X_{C1} = 16 \text{ }\Omega$$

$$P_1 = 48 \text{ W}$$



1.

$$X_L = X_{L1} + X_{L2} = 10 + 10 = 20 \text{ }\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{10^2 + (20 - 16)^2} = \sqrt{116} \approx 10,8 \text{ }\Omega$$

2.

$$P_1 = I^2 \cdot R_1$$

$$I^2 = \frac{48}{10} = 4,8$$

$$I = \sqrt{4,8} \approx 2,19 \text{ A}$$

$$U_{AB} = 4,8 \text{ V}$$

3.

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{10}{10,8} \approx 0,9$$



$$\sin \varphi = \frac{x_L - x_C}{Z} = \frac{15 - 10}{25} = \frac{5}{25} = 0.2$$

$$\varphi = -5.31^\circ$$

$$4. P = 1000 \text{ W}$$

$$5. Q = I^2 \cdot (x_L - x_C)$$

$$Q = 4^2 \cdot (15 - 10) = 16 \cdot 5 = 80 \text{ VAR}$$

$$6.$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$S = 4^2 \cdot 25 = 400 \text{ VA}$$

$$7.$$

$$U_{R1} = I \cdot R = 4 \cdot 25 = 100 \text{ V}$$

$$U_{L1} = I \cdot x_L = 4 \cdot 15 = 60 \text{ V}$$

$$U_{L2} = I \cdot x_L = 4 \cdot 15 = 60 \text{ V}$$

$$U_{C1} = I \cdot x_C = 4 \cdot 10 = 40 \text{ V}$$

Вспомогательные

Дано

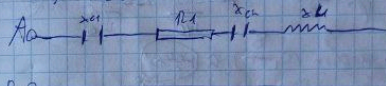
$$R = 25 \Omega$$

$$x_L = 15 \Omega$$

$$x_C = 10 \Omega$$

$$x_{L2} = 15 \Omega$$

$$S = 1000 \text{ VA}$$



$$1.$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (x_L - x_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{25^2 + (15 - 10)^2} = \sqrt{625 + 25} = \sqrt{650} = 25.5 \Omega$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{25.5} = 3.92 \text{ A}$$

$$P = I^2 \cdot R = 3.92^2 \cdot 25 = 387.68 \text{ W}$$

$$2.$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$S = 3.92^2 \cdot 25.5 = 392.5 \text{ VA}$$

$$I = \frac{S}{Z} = \frac{1000}{25.5} = 39.2 \text{ A}$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{2.55} = 39.2 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0.8$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$P = 4^2 \cdot 25 = 400 \text{ W}$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{25}{31.25} = 0.8$$

$$\sin \varphi = \frac{x_L - x_C}{Z} = \frac{15 - 10}{31.25} = 0.16$$

$$\varphi = \arcsin(0.16) = 9.2^\circ$$

$$4. P = 400 \text{ W}$$

$$5. Q = I^2 \cdot (x_L - x_C) = 16 \cdot 5 = 80 \text{ VAR}$$

$$6. S = 1000 \text{ VA}$$

$$7. U_{R1} = I \cdot R = 4 \cdot 25 = 100 \text{ V}$$

$$U_{L1} = I \cdot x_L = 4 \cdot 15 = 60 \text{ V}$$

$$U_{L2} = I \cdot x_L = 4 \cdot 15 = 60 \text{ V}$$

$$U_{C1} = I \cdot x_C = 4 \cdot 10 = 40 \text{ V}$$

$$U_{C2} = I \cdot x_C = 4 \cdot 10 = 40 \text{ V}$$

Вспомогательные

$$U_{R1} = 100 \text{ V}$$

$$U_{L1} = 60 \text{ V}$$

$$U_{L2} = 60 \text{ V}$$

$$U_{C1} = 40 \text{ V}$$

$$U_{C2} = 40 \text{ V}$$

$$U_{R2} = 100 \text{ V}$$

$$U_{L2} = 60 \text{ V}$$

$$U_{C2} = 40 \text{ V}$$

$$U_{L2} = 60 \text{ V}$$

$$U_{C2} = 40 \text{ V}$$

$$U_{L2} = 60 \text{ V}$$

$$U_{C2} = 40 \text{ V}$$

$$U_{L2} = 60 \text{ V}$$

$$U_{C2} = 40 \text{ V}$$

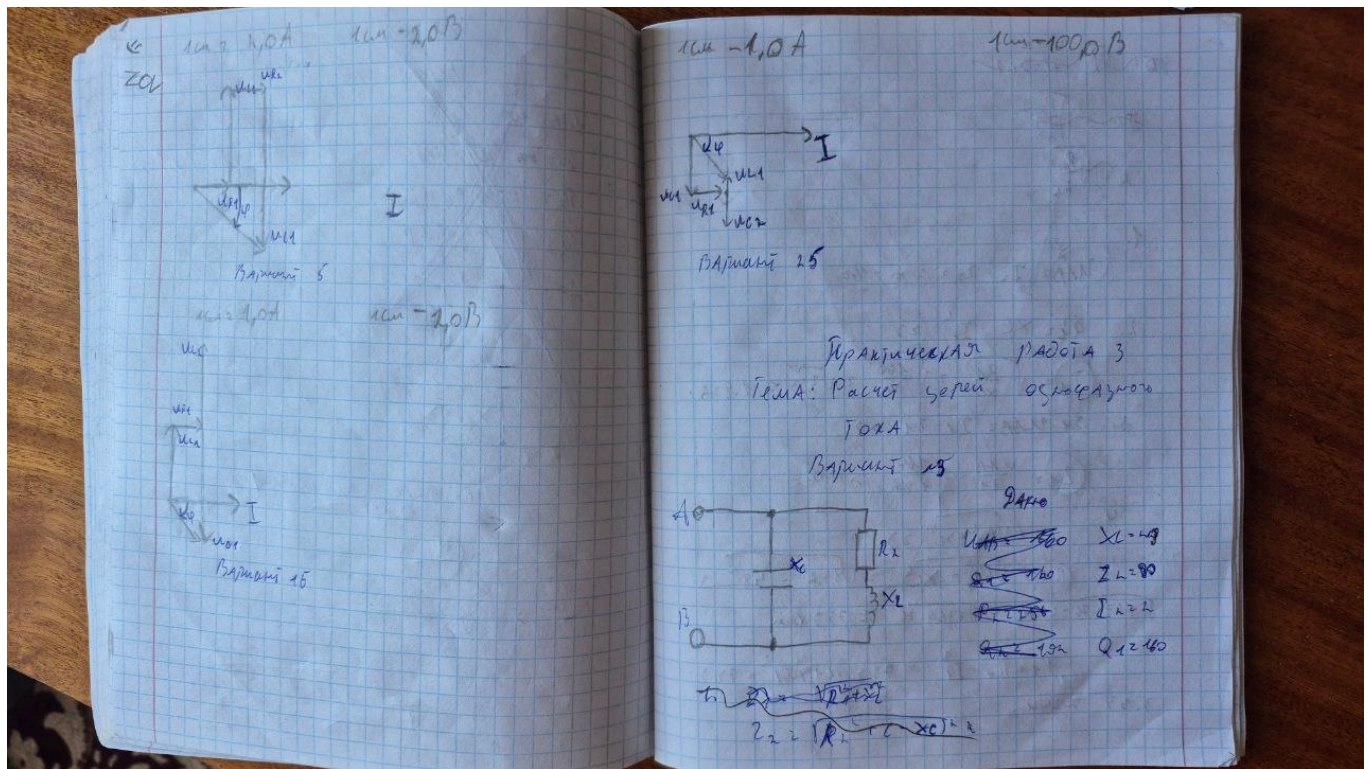
$$U_{L2} = 60 \text{ V}$$

$$U_{C2} = 40 \text{ V}$$

$$U_{L2} = 60 \text{ V}$$

$$U_{C2} = 40 \text{ V}$$





## Задача 4



1.  $U_{AB} = I_1 \cdot Z_1 = 2 \cdot 90 = 180$

2.  $Q_L = X_L \cdot I_1^2 = 2$

3.  $I_1 = \sqrt{\frac{Q_L}{X_L}} = \sqrt{\frac{160}{48}} = \sqrt{3.33} \approx 1.826$

4.  $U_{AB} = I_1 \cdot Z_1 = 2$

5.  $Z_1 = \frac{U_{AB}}{I_1} = \frac{160}{1.826} \approx 87.05$

6.  $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_L^2} = 2$

7.  $R_1 = \sqrt{Z_1^2 - X_L^2} = \sqrt{87.05^2 - 48^2} = \sqrt{7673.76 - 2304} = \sqrt{5369.76} \approx 73.3 \text{ Ohm}$

8.  $P_1 = R_1 \cdot I_1^2 = 73.3 \cdot (1.826)^2 \approx 244.4$

2.  $I_L = \frac{U_{AB}}{Z_L} = \frac{160}{80} = 2$

3.  $Q_L = I_L^2 \cdot X_L = 2$

4.  $Z_L = \sqrt{R_L^2 + (X_L - X_C)^2}$

5.  $I_L = \frac{U_{AB}}{Z_L} = 2$

6.  $Z_L = \frac{U_{AB}}{I_L} = \frac{160}{2} = 80$

7.  $R_L = 3$

8.  $X_L = 4$

9.  $X_C = 2.9$

10.  $U_{AB} = 60$

11.  $Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{16} = 4$

12.  $I_L = \frac{U_{AB}}{Z_L} = \frac{60}{4} = 15$

13.  $X_C = 20$

4.  $I_L = \frac{U_{AB}}{Z_L} = \frac{60}{10} = 6$

5.  $P = I_L^2 \cdot R_L = 6^2 \cdot 3 = 108$

6.  $Q_L = I_L^2 \cdot X_L = 6^2 \cdot 4 = 144$

7.  $Q_C = -I_L^2 \cdot X_C = -6^2 \cdot 20 = -720$

8.  $Q = Q_L + Q_C = 144 - 720 = -576$

9.  $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{108^2 + 576^2} \approx 586.1$

10.  $\sin \varphi = \frac{Q}{S} = \frac{576}{586.1} \approx 0.983$

11.  $\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{108}{586.1} \approx 0.184$

12.  $\sin \varphi_1 = \frac{X_L}{Z_1} = \frac{4}{5} = 0.8$

13.  $\cos \varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1} = \frac{3}{5} = 0.6$

14.  $\sin \varphi_2 = \frac{X_C}{Z_2} = \frac{20}{10} = 2$

15.  $\varphi = 90^\circ$

1.  $Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$

2.  $Z_L = \sqrt{R_L^2 + (X_C - X_L)^2} = \sqrt{3^2 + (20 - 4)^2} = \sqrt{3^2 + 16^2} = \sqrt{265} \approx 16.28$

3.  $I_L = \frac{U_{AB}}{Z_L} = \frac{60}{16.28} \approx 3.69$

4.  $P_1 = I_L^2 \cdot R_1 = 3.69^2 \cdot 3 \approx 40.5$

5.  $Q_1 = I_L^2 \cdot X_L = 3.69^2 \cdot 4 \approx 54.2$

6.  $Q_2 = -I_L^2 \cdot X_C = -3.69^2 \cdot 20 \approx -273.2$

7.  $Q = Q_1 + Q_2 = 54.2 - 273.2 = -219$

8.  $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{40.5^2 + 219^2} \approx 222.5$

9.  $\sin \varphi = \frac{Q}{S} = \frac{219}{222.5} \approx 0.984$

10.  $\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{40.5}{222.5} \approx 0.182$



$$U_{AB} = I_1 \cdot Z_1 = 2 \cdot 20 = 40$$

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{Z_1} = \frac{40}{20} = 2$$

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = 2^2 \cdot 4 = 16 \text{ Вт}$$

$$P_2 = I_1^2 \cdot R_2 = 2^2 \cdot 6 = 24 \text{ Вт}$$

$$P = P_1 + P_2 = 16 + 24 = 40 \text{ Вт}$$

$$Q_1 = I_1^2 \cdot X_L = 2^2 \cdot 4 = 16 \text{ ВАР}$$

$$Q_2 = I_1^2 \cdot (-X_C) = 2^2 \cdot (-8) = -32 \text{ ВАР}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 16 - 32 = -16 \text{ ВАР}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{40^2 + (-16)^2} = \sqrt{1600 + 256} = \sqrt{1856} \approx 43,1$$

$$I = \frac{S}{U_{AB}} = \frac{43,1}{20} \approx 2,16$$

$$\sin \varphi = \frac{Q}{S} = \frac{-16}{43,1} \approx -0,37 \Rightarrow \varphi = 23,8^\circ$$

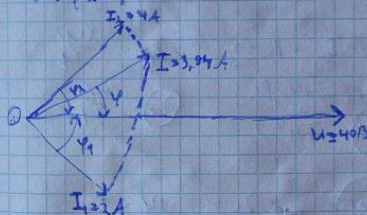
$$\cos \varphi = 0,91$$

$$\sin \varphi_1 = \frac{X_L}{Z_1} = \frac{4}{20} = 0,2 \Rightarrow \varphi_1 = 11,3^\circ$$

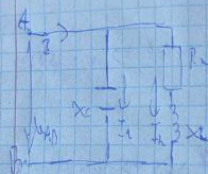
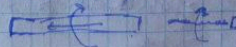
$$\cos \varphi_1 = 0,98$$

$$\sin \varphi_2 = \frac{X_C}{Z_2} = \frac{-8}{10} = -0,8 \Rightarrow \varphi_2 = 53,1^\circ$$

$$\cos \varphi_2 = 0,6$$



Таким образом, ток в цепи имеет значение  $I \approx 2,16$  А, а коэффициент мощности  $\cos \varphi \approx 0,91$ .



$$X_L = 4 \text{ Ом}$$

$$I_1 = 1 \text{ А}$$

$$I_2 = 1 \text{ А}$$

$$P_1 = 4 \text{ Вт}$$

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_L^2} = \sqrt{4^2 + 16} = \sqrt{20} \approx 4,47$$

$$Z_2 = X_C = 10$$

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = 1^2 \cdot 4 = 4 \text{ Вт}$$

$$P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = 1^2 \cdot 3 = 3 \text{ Вт}$$

$$P = P_1 + P_2 = 4 + 3 = 7 \text{ Вт}$$

$$U_{AB} = I_1 \cdot Z_1 = 1 \cdot 4,47 = 4,47$$

$$Q_1 = I_1^2 \cdot X_L = 1^2 \cdot 4 = 4 \text{ ВАР}$$

$$Q_2 = I_2^2 \cdot (-X_C) = 1^2 \cdot (-10) = -10 \text{ ВАР}$$

$$Q = 4 - 10 = -6 \text{ ВАР}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{7^2 + (-6)^2} = \sqrt{49 + 36} = \sqrt{85} \approx 9,22$$

$$I = \frac{S}{U_{AB}} = \frac{9,22}{4,47} \approx 2,06$$

$$\sin \varphi = \frac{Q}{S} = \frac{-6}{9,22} \approx -0,65 \Rightarrow \varphi = 33,7^\circ$$

$$\cos \varphi = 0,76$$

$$\sin \varphi_1 = \frac{X_L}{Z_1} = \frac{4}{4,47} \approx 0,9 \Rightarrow \varphi_1 = 56,3^\circ$$

$$\cos \varphi_1 = 0,5$$

$$\sin \varphi_2 = \frac{X_C}{Z_2} = \frac{-10}{10} = -1 \Rightarrow \varphi_2 = 90^\circ$$

$$\cos \varphi_2 = 0$$

