

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Морского колледжа



М.М. Майстришин

2024 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

ОП.03 Электротехника и электроника

специальность

26.02.06

Эксплуатация судового электрооборудования  
и средств автоматики

уровень среднего  
профессионального образования

Специалист среднего звена

квалификация

Техник-электромеханик

Год приема

2024

Севастополь  
2024

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

## 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,  $R_{\text{ЭКВ}}$ , токи в каждом резисторе, напряжения на каждом резисторе, а также расход энергии в цепи за 8 часов работы.

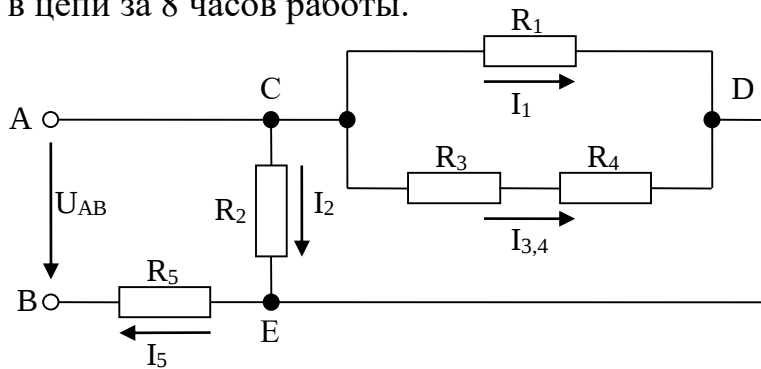
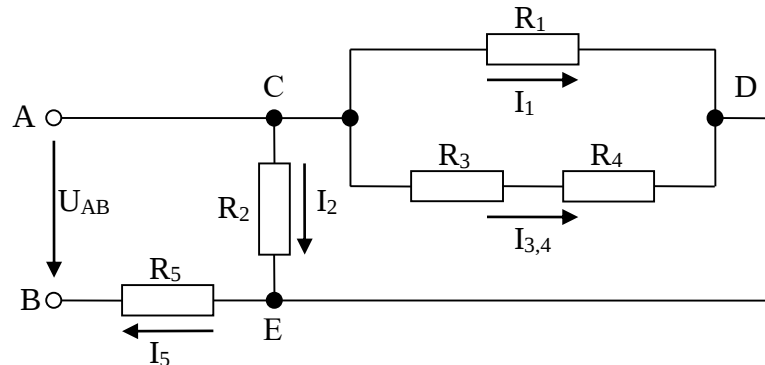


Рисунок 1 – Исходная схема для расчёта

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

### Задания к работе 1.

| Номер варианта | Номер рисунка | Заданная величина         | $R_1, \text{ Ом}$ | $R_2, \text{ Ом}$ | $R_3, \text{ Ом}$ | $R_4, \text{ Ом}$ | $R_5, \text{ Ом}$ | $R_6, \text{ Ом}$ |
|----------------|---------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1              | 2             | $U_2=100 \text{ (В)}$     | 5                 | 10                | 4                 | 6                 | 4                 | 15                |
| 2              | 2             | $I_2=10 \text{ (А)}$      | 5                 | 10                | 4                 | 6                 | 4                 | 15                |
| 3              | 2             | $U_3=40 \text{ (В)}$      | 5                 | 10                | 4                 | 6                 | 4                 | 15                |
| 4              | 2             | $I_2=5 \text{ (А)}$       | 5                 | 10                | 4                 | 6                 | 4                 | 15                |
| 5              | 2             | $I_1=10 \text{ (А)}$      | 5                 | 10                | 4                 | 6                 | 4                 | 15                |
| 6              | 2             | $I_6=2 \text{ (А)}$       | 5                 | 10                | 4                 | 6                 | 4                 | 15                |
| 7              | 2             | $U_1=50 \text{ (В)}$      | 5                 | 10                | 4                 | 6                 | 4                 | 15                |
| 8              | 2             | $U_{4,5}=30 \text{ (В)}$  | 5                 | 10                | 4                 | 6                 | 4                 | 15                |
| 9              | 2             | $I_3=5 \text{ (А)}$       | 5                 | 10                | 4                 | 6                 | 4                 | 15                |
| 10             | 3             | $U_4=12 \text{ (В)}$      | 10                | 15                | 4                 | 4                 | 15                | 10                |
| 11             | 3             | $U_5=18 \text{ (В)}$      | 10                | 15                | 4                 | 4                 | 15                | 10                |
| 12             | 3             | $I_1=3,24 \text{ (А)}$    | 10                | 15                | 4                 | 4                 | 15                | 10                |
| 13             | 3             | $I_4=9 \text{ (А)}$       | 10                | 15                | 4                 | 4                 | 15                | 10                |
| 14             | 3             | $U_2=32,4 \text{ (В)}$    | 10                | 15                | 4                 | 4                 | 15                | 10                |
| 15             | 3             | $I_5=3,6 \text{ (А)}$     | 10                | 15                | 4                 | 4                 | 15                | 10                |
| 16             | 3             | $U_{AB}=90 \text{ (В)}$   | 10                | 15                | 4                 | 4                 | 15                | 10                |
| 17             | 3             | $I_2=2,16 \text{ (А)}$    | 10                | 15                | 4                 | 4                 | 15                | 10                |
| 18             | 4             | $U_5=21,6 \text{ (В)}$    | 4                 | 2                 | 8                 | 4                 | 3                 | 15                |
| 19             | 4             | $U_4=72 \text{ (В)}$      | 4                 | 2                 | 8                 | 4                 | 3                 | 15                |
| 20             | 4             | $I_4=18 \text{ (А)}$      | 4                 | 2                 | 8                 | 4                 | 3                 | 15                |
| 21             | 4             | $U_{AB}=180 \text{ (В)}$  | 4                 | 2                 | 8                 | 4                 | 3                 | 15                |
| 22             | 4             | $I_4=12 \text{ (А)}$      | 4                 | 2                 | 8                 | 4                 | 3                 | 15                |
| 23             | 4             | $I_3=7,2 \text{ (А)}$     | 4                 | 2                 | 8                 | 4                 | 3                 | 15                |
| 24             | 4             | $I_{1,2}=2,4 \text{ (А)}$ | 4                 | 2                 | 8                 | 4                 | 3                 | 15                |
| 25             | 4             | $U_4=48 \text{ (В)}$      | 4                 | 2                 | 8                 | 4                 | 3                 | 15                |

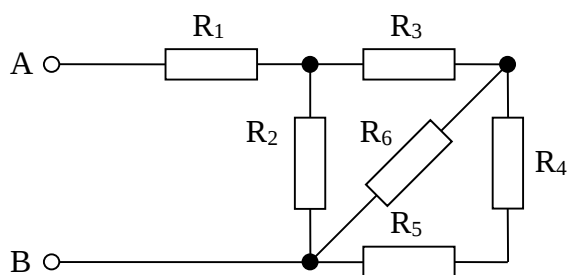


Рисунок 2

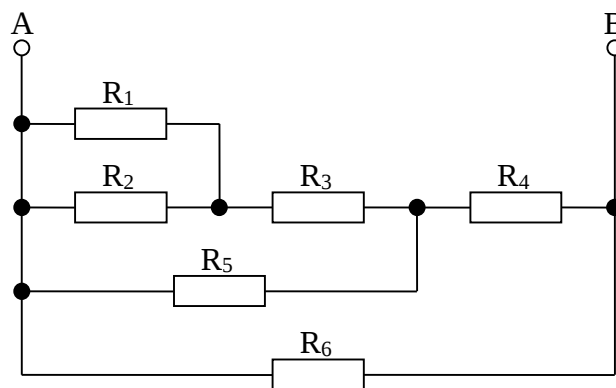


Рисунок 3

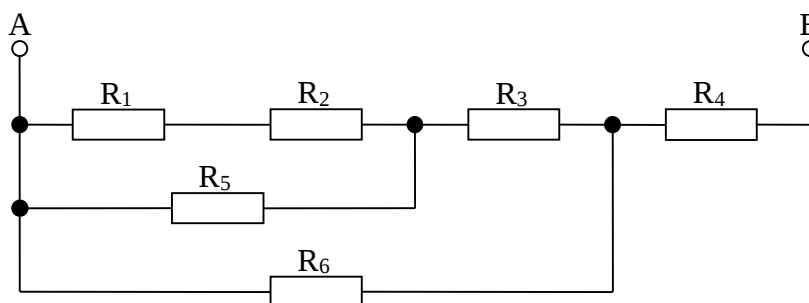


Рисунок 4

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### 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.

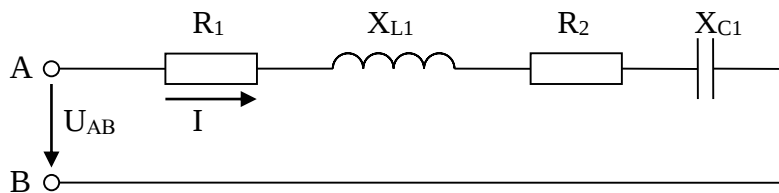
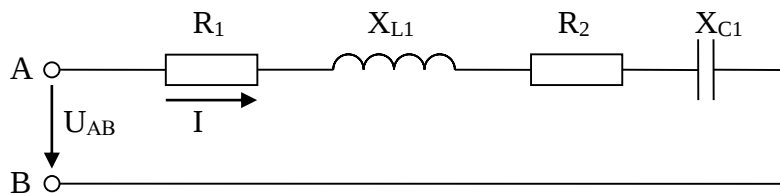


Рисунок 5 – Исходная схема для расчёта

#### 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

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

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

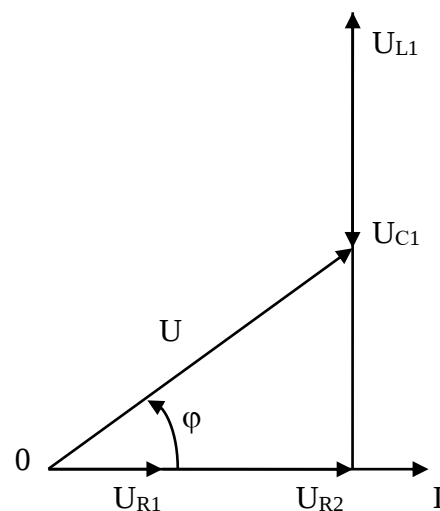
$$U_{L1} = I \cdot X_{L1} = 10 \cdot 12 = 120 \text{ (В)}$$

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

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.



## Задания к работе 2.

| Номер варианта | Номер рисунка | $R_1$ , Ом | $R_2$ , Ом | $X_{L1}$ , Ом | $X_{L2}$ , Ом | $X_{C1}$ , Ом | $X_{C2}$ , Ом | Дополнительная величина |
|----------------|---------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|
| 1              | 6             | 8          | 4          | 18            | -             | 2             | -             | $I=10$ А                |
| 2              | 6             | 10         | 20         | 50            | -             | 10            | -             | $P=120$ Вт              |
| 3              | 6             | 3          | 1          | 5             | -             | 2             | -             | $P_2=100$ Вт            |
| 4              | 6             | 12         | 20         | 30            | -             | 6             | -             | $U_1=72$ В              |
| 5              | 6             | 2          | 1          | 4             | -             | 8             | -             | $Q_{C1}=-96$ ВАР        |
| 6              | 6             | 20         | 10         | 10            | -             | 50            | -             | $Q=-640$ ВАР            |
| 7              | 6             | 1          | 3          | 2             | -             | 5             | -             | $Q_{C1}=-125$ ВАР       |
| 8              | 6             | 1          | 2          | 8             | -             | 4             | -             | $S=80$ ВА               |
| 9              | 6             | 8          | 4          | 6             | -             | 22            | -             | $P_1=32$ Вт             |
| 10             | 7             | 6          | -          | 2             | 10            | 4             | -             | $U_{AB}=40$ В           |
| 11             | 7             | 4          | -          | 6             | 2             | 5             | -             | $P=16$ Вт               |
| 12             | 7             | 16         | -          | 15            | 5             | 8             | -             | $Q_{L1}=135$ ВАР        |
| 13             | 7             | 32         | -          | 8             | 4             | 12            | -             | $Q_{L1}=16$ ВАР         |
| 14             | 7             | 8          | -          | 2             | 2             | 10            | -             | $Q_{C1}=-20$ ВАР        |
| 15             | 7             | 3          | -          | 10            | 12            | 26            | -             | $P_1=48$ Вт             |
| 16             | 7             | 16         | -          | 3             | 5             | 20            | -             | $Q_{C1}=-720$ ВАР       |
| 17             | 7             | 6          | -          | 10            | 2             | 4             | -             | $I=5$ А                 |
| 18             | 7             | 4          | -          | 3             | 6             | 12            | -             | $S=500$ ВА              |
| 19             | 8             | 4          | -          | 6             | -             | 4             | 5             | $P=100$ Вт              |
| 20             | 8             | 80         | -          | 100           | -             | 25            | 15            | $I=1$ А                 |
| 21             | 8             | 60         | -          | 20            | -             | 40            | 60            | $Q_{C2}=-240$ ВАР       |
| 22             | 8             | 48         | -          | 36            | -             | 60            | 40            | $P_1=432$ Вт            |
| 23             | 8             | 4          | -          | 9             | -             | 3             | 3             | $U_{AB}=20$ В           |
| 24             | 8             | 40         | -          | 50            | -             | 12            | 8             | $Q_{L1}=200$ ВАР        |
| 25             | 8             | 24         | -          | 28            | -             | 35            | 25            | $S=1000$ ВА             |

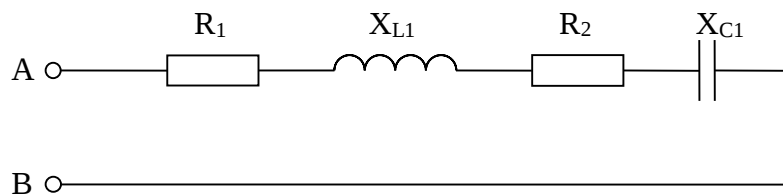


Рисунок 6

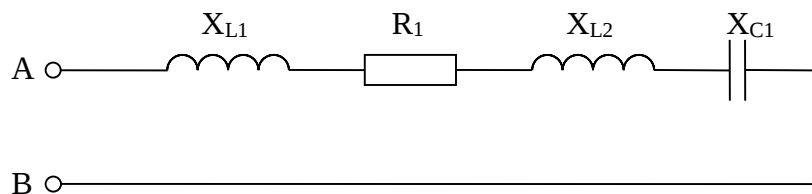


Рисунок 7

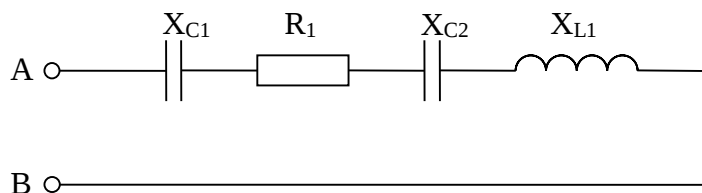


Рисунок 8

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### 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.

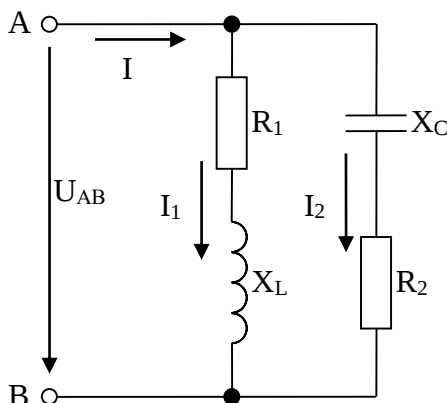
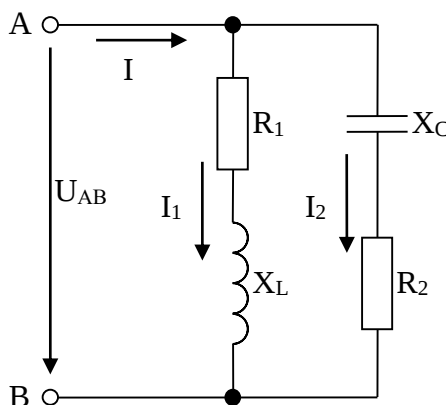


Рисунок 9 – Исходная схема

#### 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 то 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

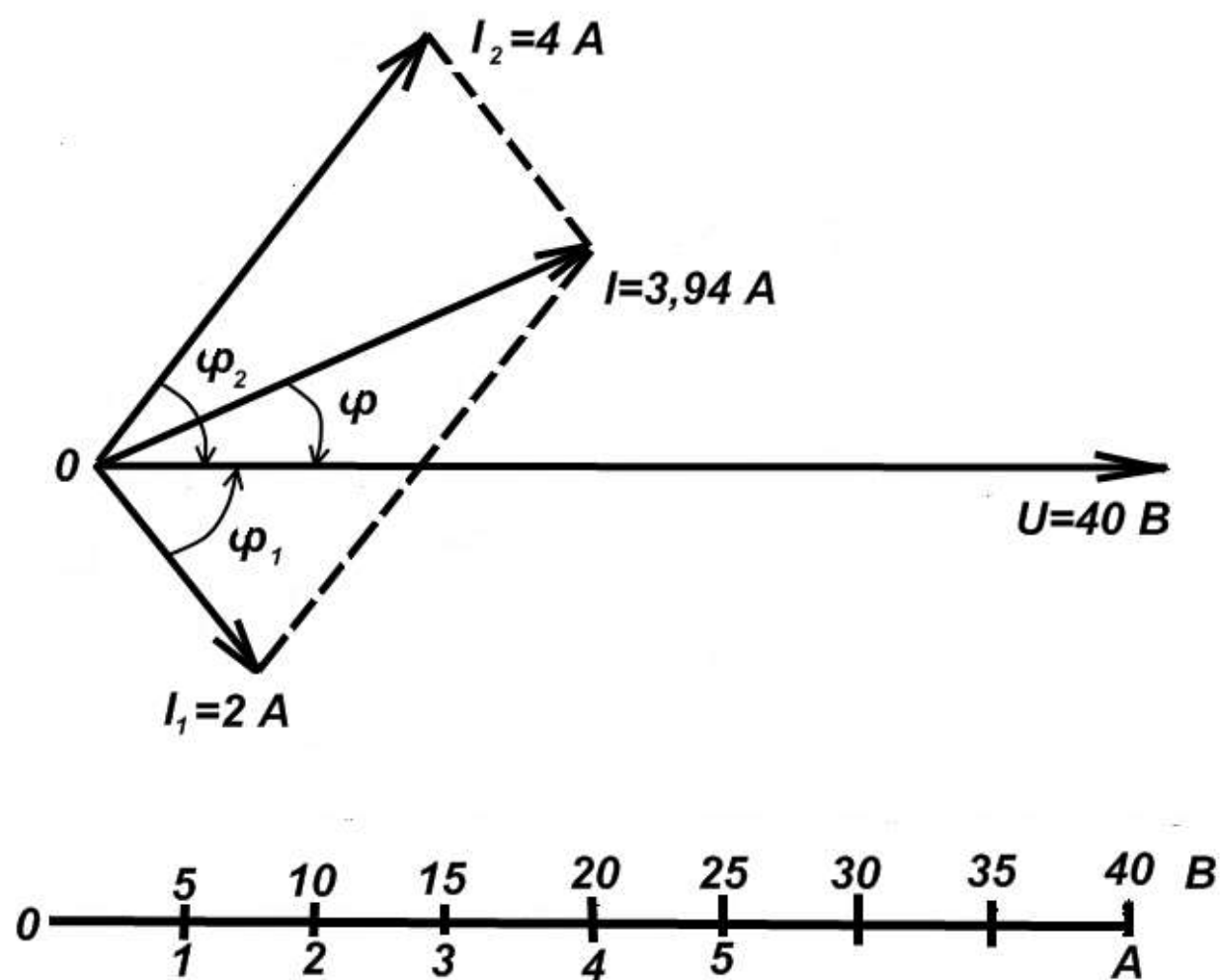
$$\sin \varphi_1 = \frac{X_L}{Z_1} = \frac{16}{20} = 0,8 \Rightarrow \angle \varphi_1 = 53^\circ 10' \Rightarrow \cos \varphi_1 = 0,6$$

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

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.



### Задания к работе 3.

| Но-<br>мер<br>вари-<br>анта | Но-<br>мер<br>ри-<br>сунка | R <sub>1</sub> ,<br>Ом | R <sub>2</sub> ,<br>Ом | X <sub>L</sub> ,<br>Ом | X <sub>C</sub> ,<br>Ом | Z <sub>1</sub> ,<br>Ом | Z <sub>2</sub> ,<br>Ом | U <sub>AB</sub> ,<br>В | I <sub>1</sub> , А | I <sub>2</sub> , А | I, А | P <sub>1</sub> , Вт | Q <sub>1</sub> ,<br>ВАР | P <sub>2</sub> , Вт | Q <sub>2</sub> ,<br>ВАР | P, Вт | Q,<br>ВАР | S, ВА |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|------|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-------|-----------|-------|
| 1                           | 10                         | нет                    | 3                      | 4                      | 20                     | -                      | -                      | 60                     | -                  | -                  | -    | нет                 | -                       | -                   | -                       | -     | -         | -     |
| 2                           | 10                         | нет                    | 4                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | 3                  | 12                 | -    | нет                 | 180                     | -                   | -                       | -     | -         | -     |
| 3                           | 10                         | нет                    | -                      | 48                     | -                      | -                      | 80                     | -                      | -                  | 2                  | -    | нет                 | 160                     | -                   | -                       | -     | -         | -     |
| 4                           | 10                         | нет                    | -                      | 4                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                  | 12                 | -    | нет                 | -                       | -                   | -                       | 432   | -         | 585   |
| 5                           | 10                         | нет                    | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | 160                    | -                  | -                  | -    | нет                 | 160                     | 256                 | 192                     | -     | -         | -     |
| 6                           | 10                         | нет                    | -                      | 4                      | -                      | -                      | -                      | -                      | 3                  | 12                 | -    | нет                 | -                       | 432                 | -                       | -     | -         | -     |
| 7                           | 10                         | нет                    | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                  | -                  | 1,6  | нет                 | -                       | -                   | -                       | 256   | 32        | -     |
| 8                           | 10                         | нет                    | 64                     | 48                     | -                      | 60                     | -                      | 160                    | -                  | -                  | -    | нет                 | -                       | -                   | -                       | -     | -         | -     |
| 9                           | 10                         | нет                    | -                      | -                      | 20                     | -                      | 5                      | -                      | 3                  | -                  | -    | нет                 | -                       | -                   | 576                     | -     | -         | -     |
| 10                          | 11                         | 3                      | 5                      | нет                    | 4                      | -                      | -                      | 25                     | -                  | -                  | -    | -                   | -                       | -                   | нет                     | -     | -         | -     |
| 11                          | 11                         | -                      | -                      | нет                    | 4                      | -                      | 5                      | -                      | 5                  | 5                  | -    | -                   | -                       | -                   | нет                     | -     | -         | -     |
| 12                          | 11                         | -                      | -                      | нет                    | -                      | -                      | -                      | 25                     | -                  | -                  | -    | 75                  | 100                     | 125                 | нет                     | -     | -         | -     |
| 13                          | 11                         | -                      | 5                      | нет                    | 4                      | -                      | -                      | -                      | -                  | -                  | 8,95 | -                   | -                       | -                   | нет                     | 200   | 100       | -     |
| 14                          | 11                         | -                      | -                      | нет                    | 8                      | -                      | 4                      | -                      | 4                  | 10                 | -    | -                   | -                       | -                   | нет                     | -     | -         | -     |
| 15                          | 11                         | -                      | 8                      | нет                    | -                      | 10                     | -                      | 40                     | -                  | -                  | -    | -                   | -                       | -                   | нет                     | 328   | -         | -     |
| 16                          | 11                         | -                      | 5                      | нет                    | -                      | -                      | -                      | 50                     | 5                  | -                  | -    | -                   | -                       | -                   | нет                     | -     | -         | -     |
| 17                          | 11                         | 8                      | 4                      | нет                    | -                      | 10                     | -                      | -                      | -                  | 10                 | -    | -                   | -                       | -                   | нет                     | -     | -         | -     |
| 18                          | 11                         | 3                      | -                      | нет                    | 4                      | -                      | -                      | -                      | 8                  | -                  | -    | -                   | -                       | -                   | нет                     | -     | -         | 250   |
| 19                          | 12                         | нет                    | 3                      | 2,5                    | 4                      | -                      | -                      | 50                     | -                  | -                  | -    | нет                 | -                       | -                   | -                       | -     | -         | -     |
| 20                          | 12                         | нет                    | -                      | 10                     | -                      | -                      | 5                      | 60                     | -                  | -                  | -    | нет                 | -                       | 576                 | -                       | -     | -         | -     |
| 21                          | 12                         | нет                    | -                      | 6                      | -                      | -                      | -                      | -                      | 16                 | 8                  | -    | нет                 | -                       | -                   | -                       | -     | 896       | -     |
| 22                          | 12                         | нет                    | 3                      | -                      | -                      | 2,5                    | 5                      | -                      | 20                 | -                  | -    | нет                 | -                       | -                   | -                       | -     | -         | -     |
| 23                          | 12                         | нет                    | 6                      | 5                      | -                      | -                      | -                      | 100                    | -                  | 10                 | -    | нет                 | -                       | -                   | -                       | -     | -         | -     |
| 24                          | 12                         | нет                    | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                  | 10                 | -    | нет                 | 1000                    | 300                 | 400                     | -     | -         | -     |
| 25                          | 12                         | нет                    | 8                      | -                      | 6                      | -                      | -                      | -                      | -                  | -                  | -    | нет                 | 8000                    | -                   | 2400                    | -     | -         | -     |

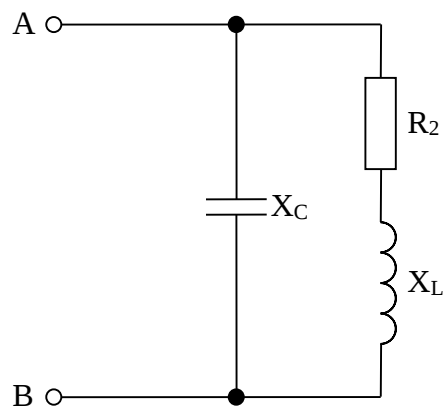


Рисунок 10

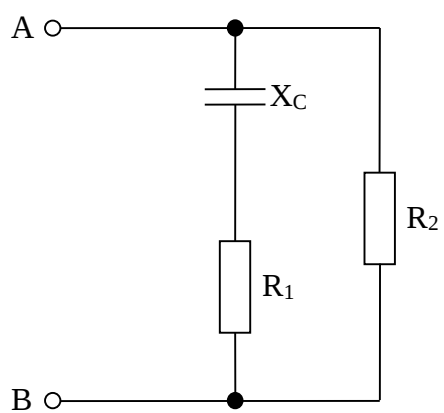


Рисунок 11

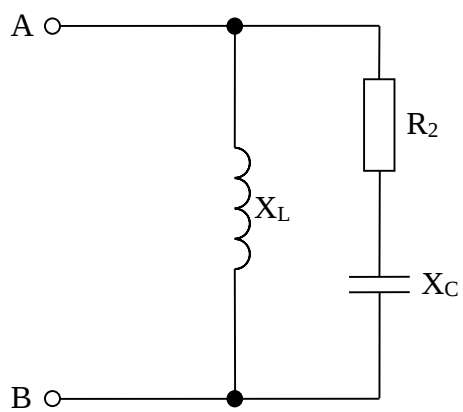


Рисунок 12

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

#### ТЕМА: РАСЧЁТ ЦЕПЕЙ ТРЁХФАЗНОГО ТОКА

**ЦЕЛЬ:** На практике закрепить теоретические сведения по расчёту трёхфазных цепей переменного тока при соединении потребителей звездой

#### ПРИМЕР:

Три группы сопротивлений соединены звездой и включены в трёхфазную сеть переменного тока с линейным напряжением  $U_{\text{НОМ}}$ . В таблице вариантов указаны некоторые величины для расчёта и номер рисунка. Для своего варианта определить величины, отмеченные прочерком в таблице и начертить в масштабе векторную диаграмму.

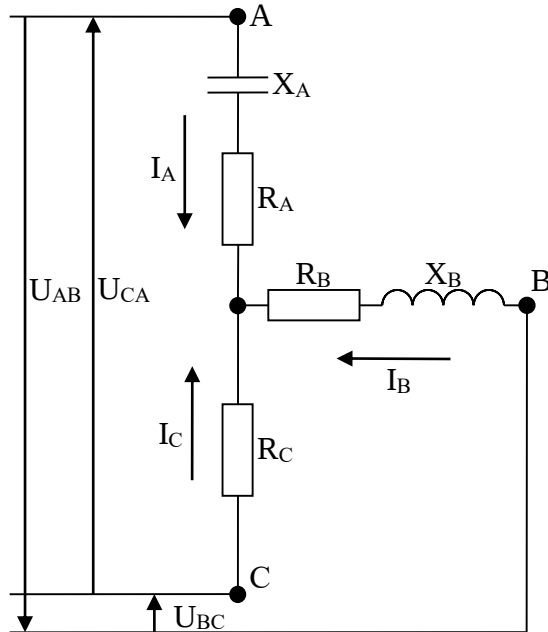
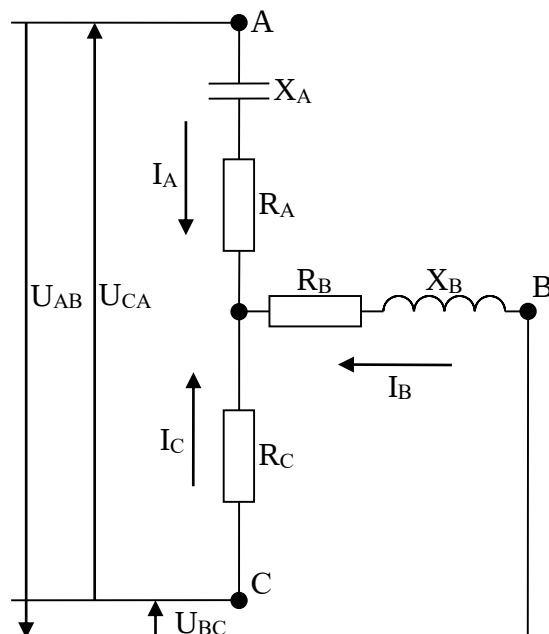


Рисунок 13 – Исходная схема

#### РЕШЕНИЕ:

Дано: Нагрузка несимметричная, соединение звезда,  $U_{\text{НОМ}}=380$  (В),  $R_A=8$  (Ом),  $R_B=3$  (Ом),  $R_C=11$  (Ом),  $X_A=6$  (Ом),  $X_B=4$  (Ом).



Исходная схема

Определить:  $U_\Phi, Z_A, Z_B, Z_C, I_A, I_B, I_C, \cos\varphi_A, \varphi_A, \cos\varphi_B, \varphi_B, \cos\varphi_C, \varphi_C, P_A, P_B, P_C, Q_A, Q_B, S_A, S_B, S_C$ . Построить в масштабе векторную диаграмму.

1. Находим фазное напряжение

В нашем случае напряжения  $U_{НОМ}, U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}$  являются линейными, а напряжения  $U_A, U_B, U_C$  – фазными

$$U_\Phi = \frac{U_{НОМ}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ (В)}$$

2. Определяем общее сопротивление фаз

$$Z_A = \sqrt{R_A^2 + (-X_A)^2} = \sqrt{8^2 + (-6)^2} = \sqrt{64 + 36} = \sqrt{100} = 10 \text{ (Ом)}$$

$$Z_B = \sqrt{R_B^2 + X_B^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{9 + 16} = \sqrt{25} = 5 \text{ (Ом)}$$

$$Z_C = \sqrt{R_C^2} = \sqrt{11^2} = \sqrt{121} = 11 \text{ (Ом)}$$

3. Находим токи в фазах

$$I_A = \frac{U_\Phi}{Z_A} = \frac{220}{10} = 22 \text{ (А)}$$

$$I_B = \frac{U_\Phi}{Z_B} = \frac{220}{5} = 44 \text{ (А)}$$

$$I_C = \frac{U_\Phi}{Z_C} = \frac{220}{11} = 20 \text{ (А)}$$

4. Находим активную мощность фаз

$$P_A = I_A^2 \cdot R_A = 22^2 \cdot 8 = 484 \cdot 8 = 3872 \text{ (Вт)}$$

$$P_B = I_B^2 \cdot R_B = 44^2 \cdot 3 = 1936 \cdot 3 = 5808 \text{ (Вт)}$$

$$P_C = I_C^2 \cdot R_C = 20^2 \cdot 11 = 400 \cdot 11 = 4400 \text{ (Вт)}$$

5. Определяем реактивную мощность фаз

$$Q_A = I_A^2 \cdot (-X_A) = 22^2 \cdot (-6) = 484 \cdot (-6) = -2904 \text{ (ВАР)}$$

$$Q_B = I_B^2 \cdot X_B = 44^2 \cdot 4 = 1936 \cdot 4 = 7744 \text{ (ВАР)}$$

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

6. Определяем полную мощность фаз

$$S_A = \sqrt{P_A^2 + Q_A^2} = \sqrt{3872^2 + (-2904)^2} = \sqrt{23425600} = 4840 \text{ (ВА)}$$

$$S_B = \sqrt{P_B^2 + Q_B^2} = \sqrt{5808^2 + 7744^2} = \sqrt{93702400} = 9680 \text{ (ВА)}$$

$$S_C = \sqrt{P_C^2} = \sqrt{4400^2} = \sqrt{19360000} = 4400 \text{ (ВА)}$$

7. Для построения векторной диаграммы определяем углы сдвига фаз в фазах. Угол сдвига фаз находим через синус во избежание потери знака угла

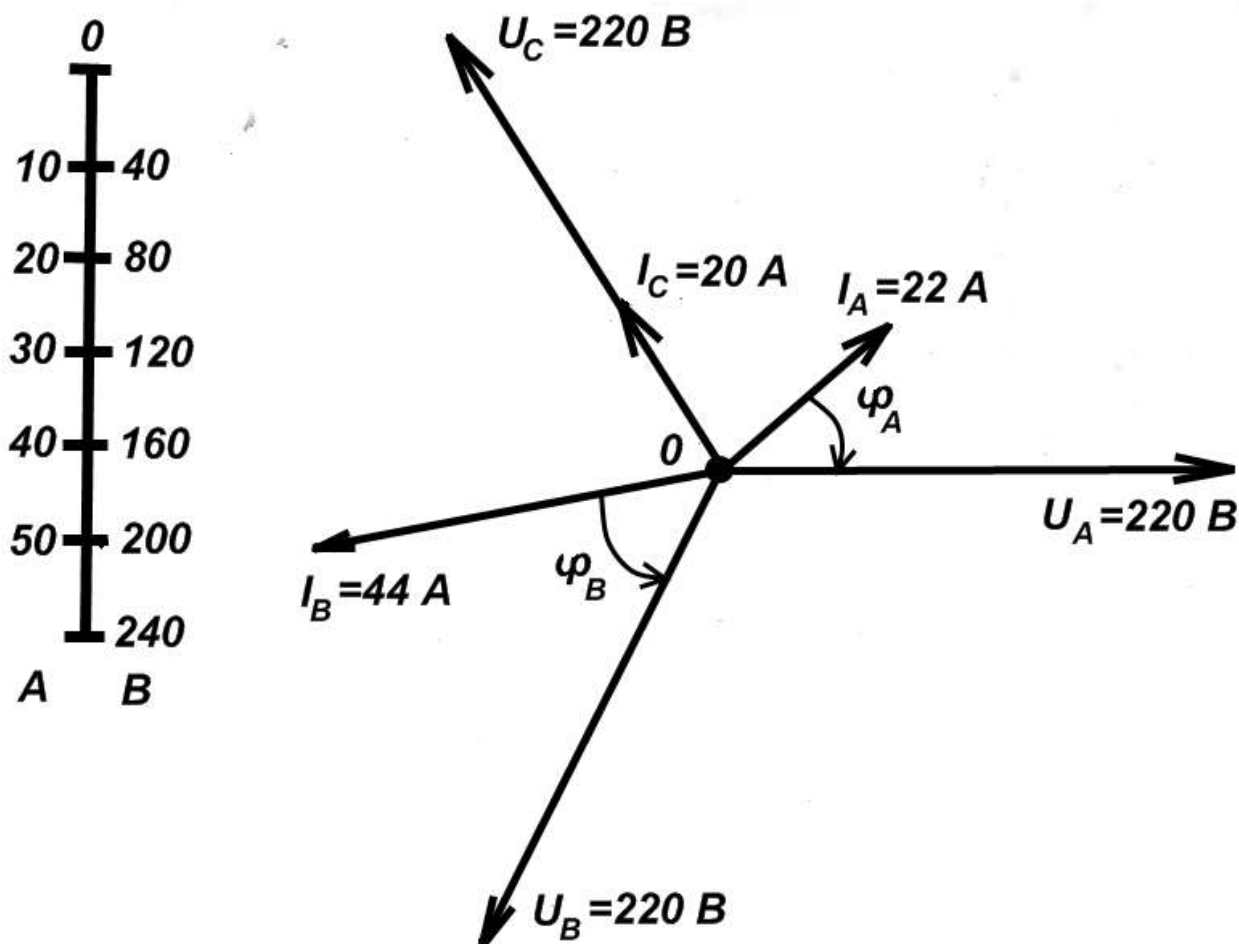
$$\sin \varphi_A = \frac{X_A}{Z_A} = \frac{-6}{10} = -0,6 \Rightarrow \angle \varphi_A = -36^\circ 50' \Rightarrow \cos \varphi_A = 0,8$$

$$\sin \varphi_B = \frac{X_B}{Z_B} = \frac{4}{5} = 0,8 \Rightarrow \angle \varphi_B = 53^\circ 10' \Rightarrow \cos \varphi_B = 0,6$$

$\varphi_C = 0$ , так как в фазе С есть только активное сопротивление,  $\cos \varphi_C = 1$ .

Ответ:  $U_{\Phi}=220$  (В),  $Z_A=10$  (Ом),  $Z_B=5$  (Ом),  $Z_C=11$  (Ом),  $I_A=22$  (А),  $I_B=44$  (А),  $I_C=20$  (А),  $\cos\varphi_A=0,8$ ,  $\varphi_A=-36^\circ50'$ ,  $\cos\varphi_B=0,6$ ,  $\varphi_B=53^\circ10'$ ,  $\cos\varphi_C=1$ ,  $\varphi_C=0^\circ$ ,  $P_A=3872$  (Вт),  $P_B=5808$  (Вт),  $P_C=4400$  (Вт),  $Q_A=-2904$  (ВАР),  $Q_B=7744$  (ВАР),  $S_A=4840$  (ВА),  $S_B=9680$  (ВА),  $S_C=4400$  (ВА).

8. Для построения векторной диаграммы выбираем масштаб по току: в 1 см – 10 А и напряжению: в 1 см – 40 В. Построение диаграммы начинаем с векторов фазных напряжений  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$ , располагая их под углом  $120^\circ$  друг относительно друга. В фазе А угол сдвига фаз отрицательный, то есть ток  $I_A$  опережает напряжение  $U_A$  на угол  $\angle\varphi_A = -36^\circ50'$ . Длина вектора  $I_A$  в принятом масштабе составляет 2,2 см, а длина вектора фазного напряжения  $U_A$  – 5,5 см. В фазе В угол сдвига фаз положительный, то есть ток  $I_B$  отстает от напряжения  $U_B$  на угол  $\angle\varphi_B = 53^\circ10'$ . Длина вектора  $I_B$  в принятом масштабе составляет 4,4 см, а длина вектора фазного напряжения  $U_B$  – 5,5 см. В фазе С угол сдвига фаз равен «0», то есть ток  $I_C$  совпадает с напряжением  $U_C$  по фазе. Длина вектора  $I_C$  в принятом масштабе составляет 2,0 см, а длина вектора фазного напряжения  $U_C$  – 5,5 см.



### Задания к работе 4.

| Номер<br>вари-<br>анта | Номер<br>ри-<br>сунка | $U_{\text{НОМ}},$<br>В | $R_A,$<br>Ом | $R_B,$<br>Ом | $R_C,$<br>Ом | $X_A,$<br>Ом | $X_B,$<br>Ом | $X_C,$<br>Ом | $I_A, A$ | $I_B, A$ | $I_C, A$ | $P_A, \text{Вт}$ | $P_B, \text{Вт}$ | $P_C, \text{Вт}$ | $Q_A,$<br>ВАР | $Q_B,$<br>ВАР | $Q_C,$<br>ВАР |
|------------------------|-----------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|
| 1                      | 14                    | 380                    | -            | нет          | -            | -            | -            | -            | -        | -        | -        | 2904             | нет              | 1936             | 3872          | 1100          | 1452          |
| 2                      | 14                    | -                      | -            | нет          | -            | 4            | 44           | -            | 22       | -        | 11       | -                | нет              | -                | 3872          | -             | 1452          |
| 3                      | 14                    | -                      | -            | нет          | -            | -            | -            | -            | 20       | 10       | 16       | 6400             | нет              | 3840             | -             | 4000          | -             |
| 4                      | 14                    | 208                    | 4            | нет          | 30           | 3            | -            | 40           | -        | 10       | -        | -                | нет              | -                | -             | -             | -             |
| 5                      | 14                    | 380                    | 6            | нет          | -            | 8            | -            | -            | -        | 5        | -        | -                | нет              | 1936             | -             | -             | 1452          |
| 6                      | 14                    | -                      | -            | нет          | 30           | 3            | -            | 40           | 24       | -        | 2,4      | -                | нет              | -                | -             | 1200          | -             |
| 7                      | 14                    | 692                    | 16           | нет          | 15           | 12           | 40           | 20           | -        | -        | -        | -                | нет              | -                | -             | -             | -             |
| 8                      | 14                    | -                      | -            | нет          | -            | -            | 40           | 20           | -        | 10       | -        | 6400             | нет              | -                | 4800          | -             | 5120          |
| 9                      | 14                    | 208                    | 4            | нет          | -            | 3            | -            | 16           | -        | 10       | -        | -                | нет              | -                | -             | -             | 900           |
| 10                     | 15                    | 208                    | 4            | нет          | 30           | 3            | -            | -            | -        | 10       | 2,4      | -                | нет              | -                | -             | -             | -             |
| 11                     | 15                    | -                      | -            | нет          | -            | -            | 44           | 12           | 22       | -        | 11       | -                | нет              | -                | 3872          | -             | 1452          |
| 12                     | 15                    | 380                    | -            | нет          | -            | 8            | -            | 12           | -        | 5        | -        | -                | нет              | -                | -             | -             | 1452          |
| 13                     | 15                    | -                      | 4            | нет          | 30           | -            | -            | -            | 24       | -        | 2,4      | -                | нет              | -                | 1728          | 1200          | -             |
| 14                     | 15                    | 692                    | 16           | нет          | 15           | 12           | 40           | 20           | -        | -        | -        | -                | нет              | -                | -             | -             | -             |
| 15                     | 15                    | -                      | -            | нет          | -            | -            | -            | -            | 20       | 10       | 16       | 6400             | нет              | 3840             | -             | 4000          | -             |
| 16                     | 15                    | 380                    | -            | нет          | -            | -            | -            | -            | -        | -        | -        | 2904             | нет              | 1936             | 3872          | 1100          | 1452          |
| 17                     | 15                    | -                      | -            | нет          | -            | -            | 40           | 20           | -        | 10       | -        | 6400             | нет              | -                | 4800          | -             | 5120          |
| 18                     | 15                    | -                      | 4            | нет          | 30           | 3            | -            | 40           | -        | -        | 2,4      | -                | нет              | -                | -             | 1200          | -             |
| 19                     | 16                    | -                      | -            | нет          | *            | *            | -            | -            | 10       | 20       | 5        | -                | нет              | нет              | нет           | 7600          | -             |
| 20                     | 16                    | -                      | 60           | нет          | *            | *            | 40           | -            | -        | -        | -        | 210              | нет              | нет              | нет           | -             | 480           |
| 21                     | 16                    | 208                    | -            | нет          | *            | *            | -            | 30           | 2        | -        | -        | -                | нет              | нет              | нет           | 360           | -             |
| 22                     | 16                    | -                      | 38           | нет          | *            | *            | -            | 76           | -        | 20       | 5        | -                | нет              | нет              | нет           | -             | -             |
| 23                     | 16                    | 660                    | -            | нет          | *            | *            | -            | -            | -        | -        | 5        | 3800             | нет              | нет              | нет           | 7600          | -             |
| 24                     | 16                    | -                      | 10           | нет          | *            | *            | 20           | -            | 22       | -        | -        | -                | нет              | нет              | нет           | -             | 9680          |
| 25                     | 16                    | -                      | -            | нет          | *            | *            | -            | -            | 10       | 5        | -        | 1270             | нет              | нет              | нет           | -             | 318           |

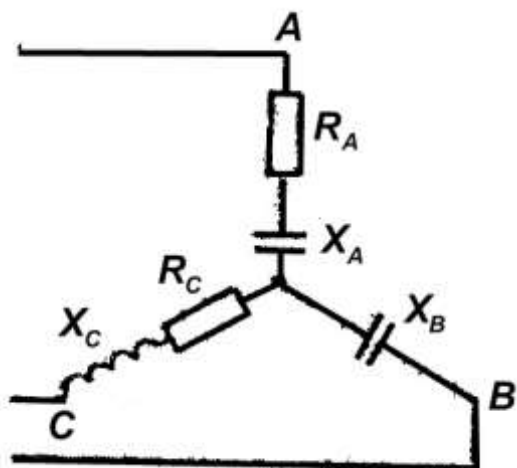


Рисунок 14

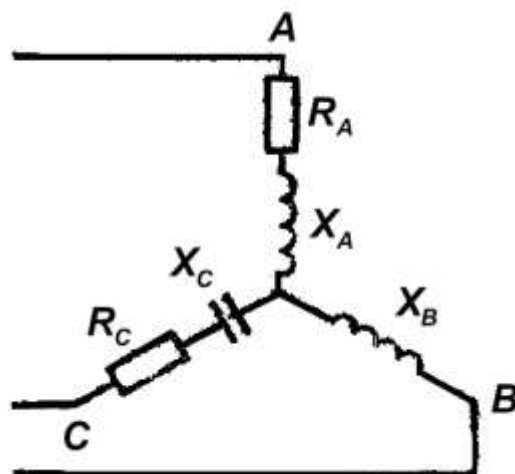


Рисунок 15

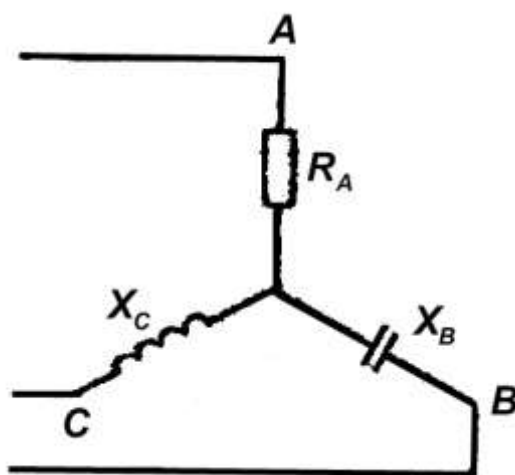


Рисунок 16

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

#### ТЕМА: РАСЧЁТ ЦЕПЕЙ ТРЁХФАЗНОГО ТОКА

**ЦЕЛЬ:** На практике закрепить теоретические сведения по расчёту трёхфазных цепей переменного тока при соединении потребителей треугольником

#### ПРИМЕР:

Три сопротивления соединены треугольником и включены в трёхфазную сеть переменного тока с линейным напряжением  $U_{\text{НОМ}}$ . В таблице вариантов указаны некоторые величины для расчёта и номер рисунка. Для своего варианта определить величины, отмеченные прочерком в таблице и начертить в масштабе векторную диаграмму.

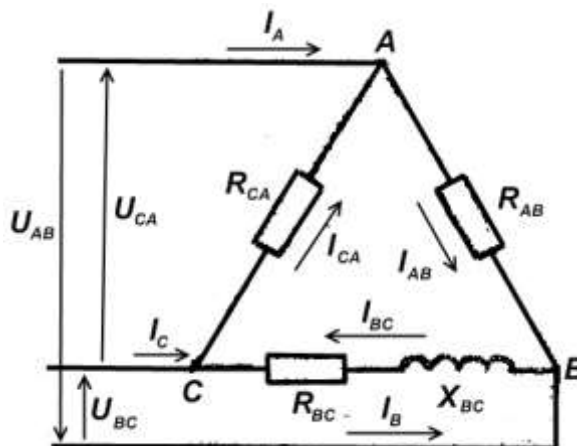
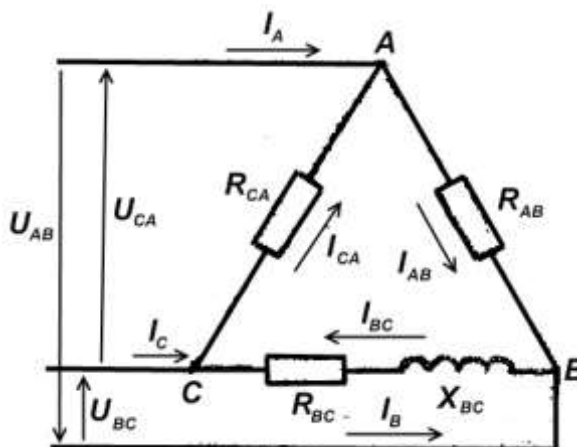


Рисунок 17 – Исходная схема

#### РЕШЕНИЕ:

Дано: Нагрузка несимметричная, соединение звезда,  $U_{\text{НОМ}}=220$  (В),  $R_{AB}=10$  (Ом),  $R_{BC}=8$  (Ом),  $R_{CA}=5$  (Ом),  $X_{BC}=6$  (Ом).



Исходная схема

Определить:  $Z_{AB}$ ,  $Z_{BC}$ ,  $Z_{CA}$ ,  $I_{AB}$ ,  $I_{BC}$ ,  $I_{CA}$ ,  $\cos\varphi_{AB}$ ,  $\varphi_{AB}$ ,  $\cos\varphi_{BC}$ ,  $\varphi_{BC}$ ,  $\cos\varphi_{CA}$ ,  $\varphi_{CA}$ ,  $P_{AB}$ ,  $P_{BC}$ ,  $P_{CA}$ ,  $Q_{BC}$ ,  $S_{AB}$ ,  $S_{BC}$ ,  $S_{CA}$ . Построить в масштабе векторную диаграмму, по которой определить  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$ .

1. Определяем общее сопротивление фаз

$$Z_{AB} = \sqrt{R_{AB}^2} = \sqrt{10^2} = \sqrt{100} = 10 \text{ (Ом)}$$

$$Z_{BC} = \sqrt{R_{BC}^2 + X_{BC}^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = \sqrt{64 + 36} = \sqrt{100} = 10 \text{ (Ом)}$$

$$Z_{CA} = \sqrt{R_{CA}^2} = \sqrt{5^2} = \sqrt{25} = 5 \text{ (Ом)}$$

2. Находим фазные токи

$$I_{AB} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{Z_{AB}} = \frac{220}{10} = 22 \text{ (А)}$$

$$I_{BC} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{Z_{BC}} = \frac{220}{10} = 22 \text{ (А)}$$

$$I_{CA} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{Z_{CA}} = \frac{220}{5} = 44 \text{ (А)}$$

3. Находим активную мощность фаз

$$P_{AB} = I_{AB}^2 \cdot R_{AB} = 22^2 \cdot 10 = 484 \cdot 10 = 4840 \text{ (Вт)}$$

$$P_{BC} = I_{BC}^2 \cdot R_{BC} = 22^2 \cdot 8 = 484 \cdot 8 = 3872 \text{ (Вт)}$$

$$P_{CA} = I_{CA}^2 \cdot R_{CA} = 44^2 \cdot 5 = 1936 \cdot 5 = 9680 \text{ (Вт)}$$

4. Определяем реактивную мощность фаз

$$Q_{BC} = I_{BC}^2 \cdot X_{BC} = 22^2 \cdot 6 = 484 \cdot 6 = 2904 \text{ (ВАР)}$$

5. Определяем полную мощность фаз

$$S_{AB} = \sqrt{P_{AB}^2} = \sqrt{4840^2} = \sqrt{23425600} = 4840 \text{ (ВА)}$$

$$S_{BC} = \sqrt{P_{BC}^2 + Q_{BC}^2} = \sqrt{3872^2 + 2904^2} = \sqrt{23425600} = 4840 \text{ (ВА)}$$

$$S_{CA} = \sqrt{P_{CA}^2} = \sqrt{9680^2} = \sqrt{93702400} = 9680 \text{ (ВА)}$$

6. Для построения векторной диаграммы определяем углы сдвига фаз в фазах. Угол сдвига фаз находим через синус во избежание потери знака угла

$$\sin \varphi_{BC} = \frac{X_{BC}}{Z_{BC}} = \frac{6}{10} = 0,6 \Rightarrow \angle \varphi_{BC} = 36^\circ 50' \Rightarrow \cos \varphi_{BC} = 0,8$$

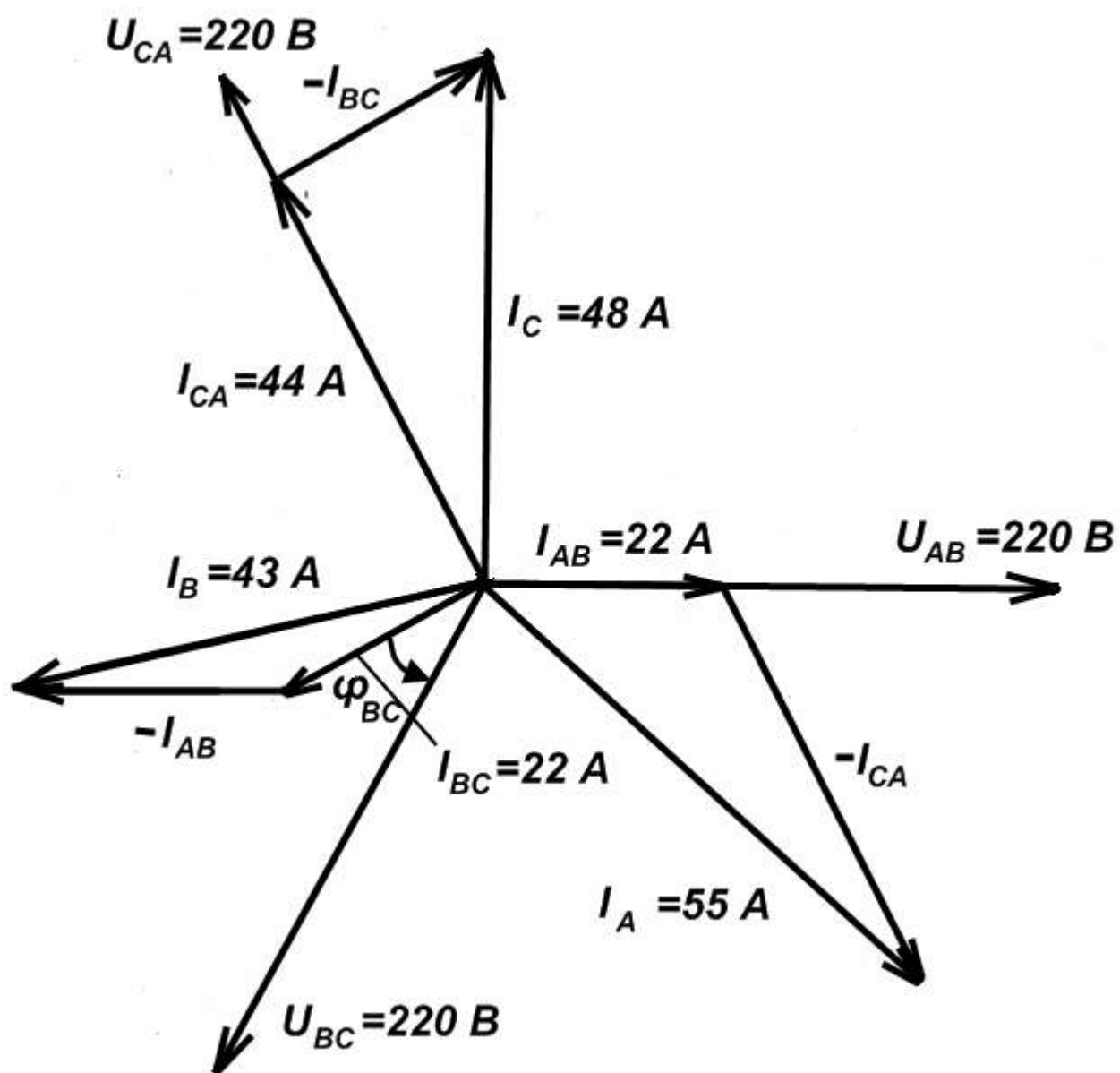
$\varphi_{AB}=0$  и  $\varphi_{CA}=0$ , так как в фазах АВ и СА есть только активное сопротивление,  $\cos \varphi_{AB}=1$  и  $\cos \varphi_{CA}=1$ .

7. Для построения векторной диаграммы выбираем масштаб по току: в 1 см – 10 А и по напряжению: в 1 см – 40 В. Затем в принятом масштабе откладываем векторы фазных (они же линейные) напряжений  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$  под углом  $120^\circ$  друг к другу. Затем откладываем векторы фазных токов: токи в фазах АВ и СА совпадают по фазе с напряжениям, а в фазе ВС ток отстаёт от напряжения  $U_{BC}$  на угол  $\varphi_{BC}=36^\circ 50'$ . Затем строятся векторы линейных токов на основании уравнений

$$I_A = I_{AB} + (-I_{CA}), I_B = I_{BC} + (-I_{AB}), I_C = I_{CA} + (-I_{BC})$$

Знак «-» показывает, что направление вектора нужно поменять на противоположное. Измеряя длины векторов линейных токов и пользуясь масштабом, находим их значения.

**Ответ:**  $Z_{AB}=10$  (Ом),  $Z_{BC}=10$  (Ом),  $Z_{CA}=5$  (Ом),  $I_{AB}=22$  (А),  $I_{BC}=22$  (А),  $I_{CA}=44$  (А),  $\cos \varphi_{AB}=1$ ,  $\varphi_{AB}=0^\circ$ ,  $\cos \varphi_{BC}=0,8$ ,  $\varphi_{BC}=36^\circ 50'$ ,  $\cos \varphi_{CA}=1$ ,  $\varphi_{CA}=0^\circ$ ,  $P_{AB}=4840$  (Вт),  $P_{BC}=3872$  (Вт),  $P_{CA}=9680$  (Вт),  $Q_{BC}=2904$  (ВАР),  $S_{AB}=4840$  (ВА),  $S_{BC}=4840$  (ВА),  $S_{CA}=9680$  (ВА),  $I_A=55$  (А),  $I_B=43$  (А),  $I_C=48$  (А).



Задания к работе 5.

| Номер<br>вари-<br>анта | Номер<br>ри-<br>сунка | $U_{\text{НОМ}},$<br>В | $R_{AB},$<br>Ом | $R_{BC},$<br>Ом | $R_{CA},$<br>Ом | $X_{AB},$<br>Ом | $X_{CA},$<br>Ом | $I_{AB},$ А | $I_{BC},$ А | $I_{CA},$ А | $P_{AB},$ Вт | $P_{BC},$ Вт | $P_{CA},$ Вт | $Q_{AB},$<br>Ом | $Q_{CA},$<br>Ом |
|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 1                      | 18                    | 220                    | -               | 20              | нет             | нет             | -               | 10          | -           | 5           | -            | -            | нет          | нет             | -               |
| 2                      | 18                    | -                      | 100             | -               | нет             | нет             | -               | -           | -           | -           | 2500         | 1000         | нет          | нет             | 500             |
| 3                      | 18                    | -                      | -               | -               | нет             | нет             | 500             | 5           | 2           | 1           | -            | -            | нет          | нет             | -               |
| 4                      | 18                    | 380                    | 38              | 19              | нет             | нет             | 76              | -           | -           | -           | -            | -            | нет          | нет             | -               |
| 5                      | 18                    | 500                    | -               | -               | нет             | нет             | 50              | -           | -           | -           | 10000        | 12500        | нет          | нет             | -               |
| 6                      | 18                    | -                      | 22              | -               | нет             | нет             | 44              | -           | -           | -           | 2200         | 2420         | нет          | нет             | -               |
| 7                      | 18                    | 380                    | -               | -               | нет             | нет             | -               | -           | -           | -           | 1000         | 7600         | нет          | нет             | 1900            |
| 8                      | 18                    | -                      | -               | 19              | нет             | нет             | -               | 10          | 20          | 5           | -            | -            | нет          | нет             | -               |
| 9                      | 18                    | 220                    | -               | -               | нет             | нет             | -               | 10          | 11          | -           | -            | -            | нет          | нет             | 1100            |
| 10                     | 18                    | -                      | 25              | 20              | нет             | нет             | -               | 20          | -           | -           | -            | -            | нет          | нет             | 5000            |
| 11                     | 19                    | 500                    | нет             | 125             | нет             | 250             | 100             | 5           | -           | 5           | нет          | -            | нет          | -               | -               |
| 12                     | 19                    | -                      | нет             | -               | нет             | -               | -               | 5           | 110         | 5           | нет          | -            | нет          | -               | 1100            |
| 13                     | 19                    | -                      | нет             | 22              | нет             | 44              | 44              | -           | -           | 5           | нет          | -            | нет          | 1100            | -               |
| 14                     | 19                    | -                      | нет             | -               | нет             | -               | -               | 33          | -           | -           | нет          | 43560        | нет          | 21780           | 14520           |
| 15                     | 19                    | -                      | нет             | 100             | нет             | -               | -               | 5           | 4           | 2           | нет          | -            | нет          | -               | -               |
| 16                     | 19                    | -                      | нет             | 10              | нет             | 20              | 30              | -           | -           | 22          | нет          | -            | нет          | -               | -               |
| 17                     | 19                    | -                      | нет             | -               | нет             | -               | 22              | 333         | 66          | -           | нет          | -            | нет          | 21780           | -               |
| 18                     | 19                    | 500                    | нет             | -               | нет             | -               | -               | -           | -           | -           | нет          | 2000         | нет          | 2500            | 1000            |
| 19                     | 19                    | 660                    | нет             | 10              | нет             | 20              | 30              | -           | -           | -           | нет          | -            | нет          | -               | -               |
| 20                     | 19                    | 220                    | нет             | -               | нет             | -               | -               | -           | -           | -           | нет          | 2200         | нет          | 1100            | 1100            |
| 21                     | 20                    | 380                    | -               | -               | -               | нет             | нет             | 10          | 20          | 5           | -            | -            | -            | нет             | нет             |
| 22                     | 20                    | -                      | 100             | 250             | 500             | нет             | нет             | -           | -           | -           | -            | 1000         | -            | нет             | нет             |
| 23                     | 20                    | -                      | 20              | -               | 33              | нет             | нет             | -           | -           | -           | 21780        | -            | 13200        | нет             | нет             |
| 24                     | 20                    | 500                    | -               | -               | 20              | нет             | нет             | -           | -           | -           | 5000         | 10000        | -            | нет             | нет             |
| 25                     | 20                    | -                      | -               | -               | -               | нет             | нет             | 5           | -           | -           | 2500         | 1000         | 500          | нет             | нет             |

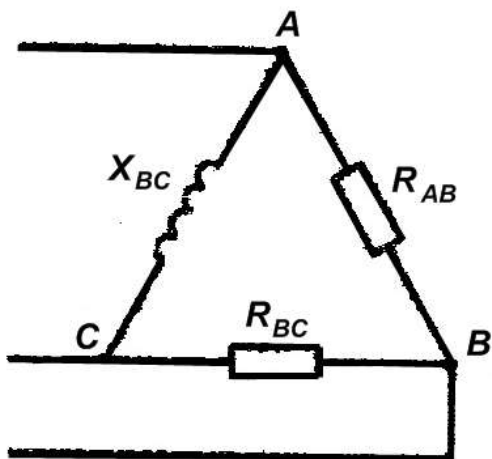


Рисунок 18

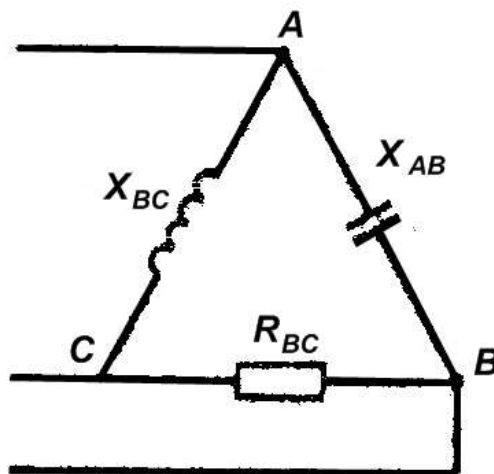


Рисунок 19

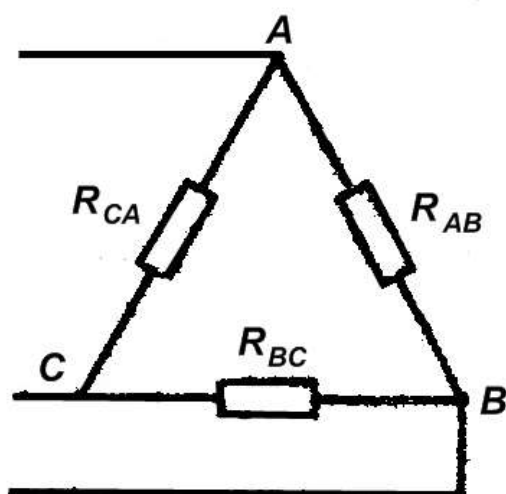


Рисунок 20

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

## Тема: РАСЧЁТ И ПОСТРОЕНИЕ СХЕМ ВЫПРЯМЛЕНИЯ

**Цель работы:** Получить практические навыки в расчете и выборе различных схем выпрямления

Задачи, рассматриваемые в данных методических указания, относятся к расчёту выпрямителей переменного тока, собранных на полупроводниковых диодах. Подобные схемы широко применяются в различных электронных устройствах и приборах. При решении задач следует помнить, что основными параметрами полупроводниковых диодов являются допустимый прямой ток,  $I_{\text{доп}}$ , на который рассчитан данный диод, и обратное напряжение,  $U_{\text{обр}}$ , выдерживаемое диодом без пробоя в непроводящий период.

Обычно при составлении реальной схемы выпрямителя задаются значением мощности потребителя,  $P_0$ , Вт, получающего питание от данного выпрямителя, и выпрямленным напряжением,  $U_0$ , В, при котором работает потребитель постоянного тока.

Отсюда не трудно определить ток потребителя,  $I_0$ , А

$$I_0 = \frac{P_0}{U_0}$$

Сравнивая ток потребителя,  $I_0$ , А, с допустимым током диода,  $I_{\text{доп}}$ , А, выбирают диоды для схем выпрямителя.

Следует учесть, что для различных схем выпрямителей, нужно соблюдать следующие условия:

- для однополупериодного выпрямителя ток через диод равен току потребителя, т.е.  $I_{\text{доп}} \geq I_0$ ;
- для двухполупериодной и мостовой схем выпрямления ток через диод равен половине тока потребителя, т.е.  $I_{\text{доп}} \geq 0,5 \cdot I_0$ ;
- для трёхфазного выпрямителя ток через диод составляет треть тока потребителя, т.е.  $I_{\text{доп}} \geq 0,33 \cdot I_0$ .

Напряжение, действующее на диод в непроводящий период,  $U_b$ , В, также зависит от той схемы выпрямления, которая применяется в конкретном случае.

- для однополупериодного и двухполупериодного выпрямителя  $U_b = 3,14 \cdot U_0$ , т.е.  $U_{\text{обр}} \geq U_b$ ;
- для мостовой схемы выпрямления  $U_b = 1,57 \cdot U_0$ , т.е.  $U_{\text{обр}} \geq U_b$ ;
- для трёхфазного выпрямителя  $U_b = 2,1 \cdot U_0$ , т.е.  $U_{\text{обр}} \geq U_b$ .

При решении задач, параметры диодов необходимо брать из таблицы в Приложении А.

### ПРИМЕР 1

Для питания постоянным током потребителя мощностью  $P_0 = 300$  Вт при напряжении  $U_0 = 20$  В необходимо собрать схему однополупериодного выпрямителя, используя стандартный диод Д242А

Решение:

1. Выписываем из таблицы Приложения А параметры диода:

$$I_{\text{доп}} = 10 \text{ А}$$

$$U_{\text{обр}} = 100 \text{ В}$$

2. Определяем ток потребителя,  $I_0$ , А

$$I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{300}{20} = 15$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий период,  $U_b$ , В

$$U_b = 3,14 \cdot U_0 = 3,14 \cdot 20 = 63$$

4. Проверяем диод по параметрам  $I_{доп}$  и  $U_{обр}$ . Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям:

$$U_{обр} \geq U_b$$

$$100 > 63$$

условие соблюдается, диод по напряжению подходит

$$I_{доп} \geq I_0$$

$$10 < 15$$

условие не соблюдается, диод по току не подходит

5. Чтобы выполнить условие  $I_{доп} \geq I_0$ , необходимо два диода соединить параллельно, тогда

$$I_{доп} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ А}$$

$$I_{доп} \geq I_0$$

$$20 > 15 \text{ — условие выполняется}$$

6. Составляем схему однополупериодного выпрямителя, учитывая, что необходимо включить два диода параллельно друг другу.

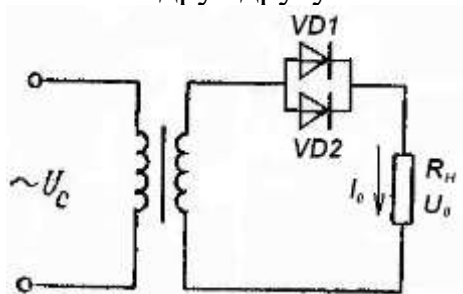


Рисунок 1 – Схема однополупериодного выпрямителя для примера 1.

## ПРИМЕР 2

Для питания постоянным током потребителя мощностью  $P_0 = 250$  Вт при напряжении  $U_0 = 100$  В необходимо собрать схему двухполупериодного выпрямителя, используя стандартный диод Д243Б.

Решение:

1. Выписываем из таблицы Приложения А параметры диода:

$$I_{доп} = 2 \text{ А}$$

$$U_{обр} = 200 \text{ В}$$

2. Определяем ток потребителя,  $I_0$ , А

$$I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{250}{100} = 2,5$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий период,  $U_b$ , В

$$U_b = 3,14 \cdot U_0 = 3,14 \cdot 100 = 314$$

4. Проверяем диод по параметрам  $I_{доп}$  и  $U_{обр}$ . Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям:

$$U_{обр} \geq U_b$$

$$200 < 314$$

условие не соблюдается, диод по напряжению не подходит

$$I_{\text{доп}} \geq 0,5 \cdot I_0$$

$$2 > 0,5 \cdot 2,5$$

$$2 > 1,25$$

условие соблюдается, диод по току подходит

5. Чтобы выполнить условие  $U_{\text{ОБР}} \geq U_b$ , необходимо два диода соединить последовательно, тогда

$$U_{\text{ОБР}} = 2 \cdot 200 = 400 \text{ В}$$

$$U_{\text{ОБР}} \geq U_b$$

$$400 > 314 \text{ — условие выполняется}$$

6. Составляем схему двухполупериодного выпрямителя, учитывая, что необходимо включить два диода последовательно друг другу.

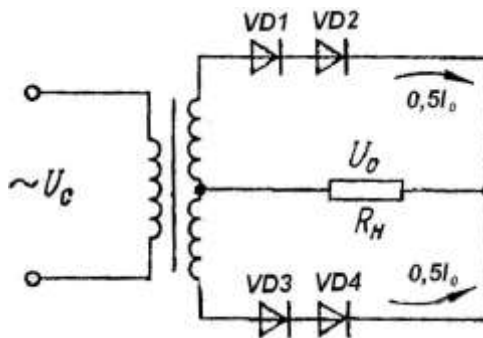


Рисунок 2 – Схема двухполупериодного выпрямителя для примера 2.

### ПРИМЕР 3

Составить схему мостового выпрямителя, используя один из четырёх диодов: Д218, Д222, КД202Н, Д215Б. Мощность потребителя  $P_0 = 300$  Вт, напряжение потребителя  $U_0 = 200$  В.

Решение:

1. Выписываем из таблицы Приложения А параметры диодов:

Д218 –  $I_{\text{доп}} = 0,1$  А;  $U_{\text{ОБР}} = 1000$  В

Д222 –  $I_{\text{доп}} = 0,4$  А;  $U_{\text{ОБР}} = 600$  В

КД202Н –  $I_{\text{доп}} = 1$  А;  $U_{\text{ОБР}} = 500$  В

Д215Б –  $I_{\text{доп}} = 2$  А;  $U_{\text{ОБР}} = 200$  В

2. Определяем ток потребителя,  $I_0$ , А

$$I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{300}{200} = 1,5$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий период,  $U_b$ , В

$$U_b = 1,57 \cdot U_0 = 1,57 \cdot 200 = 314$$

4. Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям:

$$U_{\text{ОБР}} \geq U_b \geq 314$$

$$I_{\text{доп}} \geq 0,5 \cdot I_0 \geq 0,5 \cdot 1,5 \geq 0,75$$

5. Этим условиям удовлетворяет диод КД202Н

$$U_{\text{ОБР}} \geq U_b \geq 314$$

$$500 > 314$$

$$I_{\text{доп}} \geq 0,5 \cdot I_0 \geq 0,5 \cdot 1,5 \geq 0,75$$

$$1 > 0,75$$

6. Составляем схему мостового выпрямителя, В этой схеме каждый из диодов

имеет параметры диода КД202Н.

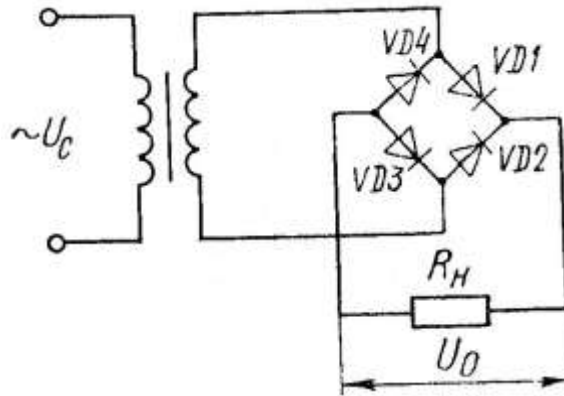


Рисунок 3 – Схема мостового выпрямителя для примера 3.

#### ПРИМЕР 4

Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя один из трёх диодов: Д242, Д226А, Д224А. Мощность потребителя  $P_0=500$  Вт, напряжение потребителя  $U_0=20$  В.

#### Решение:

1. Выписываем из таблицы Приложения А параметры диодов:

Д242 –  $I_{\text{доп}}=5$  А;  $U_{\text{обр}}=100$  В

Д226А –  $I_{\text{доп}}=0,3$  А;  $U_{\text{обр}}=300$  В

Д224А –  $I_{\text{доп}}=10$  А;  $U_{\text{обр}}=50$  В

2. Определяем ток потребителя,  $I_0$ , А

$$I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{500}{20} = 25$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий период,  $U_b$ , В

$$U_b = 2,1 \cdot U_0 = 2,1 \cdot 20 = 42$$

4. Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям:

$$U_{\text{обр}} \geq U_b \geq 42$$

$$I_{\text{доп}} \geq 0,33 \cdot I_0 \geq 0,33 \cdot 25 \geq 8,25$$

5. Этим условиям удовлетворяет диод К224А

$$U_{\text{обр}} \geq U_b \geq 42$$

$$50 > 42$$

$$I_{\text{доп}} \geq 0,33 \cdot I_0 \geq 0,33 \cdot 25 \geq 8,25$$

$$10 > 8,25$$

6. Составляем схему трёхфазного выпрямителя, в этой схеме каждый из диодов имеет параметры диода Д224А.

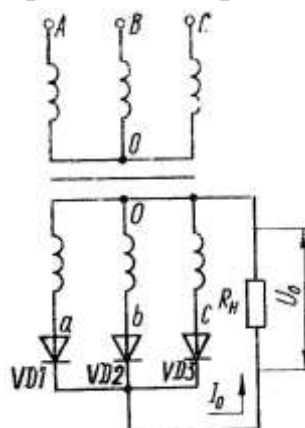


Рисунок 4 – Схема трёхфазного выпрямителя для примера 4.

### ВАРИАНТ №1

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод Д217. Мощность потребителя  $P_0=40$  Вт, напряжение  $U_0=250$  В.
2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=150$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д224Б, Д214, Д243Б.
3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=300$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д214, Д215Б, Д224А.
4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=90$  Вт и  $U_0=30$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д224, Д207, Д214Б.

### ВАРИАНТ №2

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод Д205. Мощность потребителя  $P_0=60$  Вт, напряжение  $U_0=100$  В.
2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=60$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д302, Д205, Д244Б.
3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=150$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д303, Д243Б, Д224.
4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=100$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д305, Д302, Д222.

### ВАРИАНТ №3

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод КД202А. Мощность потребителя  $P_0=40$  Вт, напряжение  $U_0=10$  В.
2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=300$  Вт и  $U_0=60$  В. Выбрать один из трёх диодов: КД202Н, Д243, Д214А.
3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=50$  Вт и  $U_0=100$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д7Г, Д209, Д304.
4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=500$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д242, Д226А, Д224А.

### ВАРИАНТ №4

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=100$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д209, Д303, Д7Г.
2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д222. Мощность потребителя  $P_0=240$  Вт, напряжение  $U_0=180$  В.
3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д217. Мощность потребителя  $P_0=150$  Вт, напряжение  $U_0=500$  В.
4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д210. Мощность потребителя  $P_0=60$  Вт, напряжение  $U_0=300$  В.

### ВАРИАНТ №5

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=70$  Вт и  $U_0=100$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д214, КД202Н, Д215Б.
2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д305. Мощность потребителя  $P_0=150$  Вт, напряжение  $U_0=20$  В.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д207. Мощность потребителя  $P_0=30$  Вт, напряжение  $U_0=100$  В.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д205. Мощность потребителя  $P_0=300$  Вт, напряжение  $U_0=300$  В.

#### ВАРИАНТ №6

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=30$  Вт и  $U_0=120$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д210, Д221, Д242.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д226А. Мощность потребителя  $P_0=80$  Вт, напряжение  $U_0=150$  В.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д233Б. Мощность потребителя  $P_0=500$  Вт, напряжение  $U_0=400$  В.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д243. Мощность потребителя  $P_0=600$  Вт, напряжение  $U_0=150$  В.

#### ВАРИАНТ №7

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод Д217. Мощность потребителя  $P_0=40$  Вт, напряжение  $U_0=250$  В.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д222. Мощность потребителя  $P_0=240$  Вт, напряжение  $U_0=180$  В.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=50$  Вт и  $U_0=100$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д7Г, Д209, Д304.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=500$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д242, Д226А, Д224А.

#### ВАРИАНТ №8

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод Д205. Мощность потребителя  $P_0=60$  Вт, напряжение  $U_0=100$  В.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д305. Мощность потребителя  $P_0=150$  Вт, напряжение  $U_0=20$  В.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=300$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д214, Д215Б, Д224А.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=90$  Вт и  $U_0=30$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д224, Д207, Д214Б.

#### ВАРИАНТ №9

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод КД202А. Мощность потребителя  $P_0=40$  Вт, напряжение  $U_0=10$  В.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д226А. Мощность потребителя  $P_0=80$  Вт, напряжение  $U_0=150$  В.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=150$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д303, Д243Б, Д224.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=100$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д305, Д302, Д222.

#### ВАРИАНТ №10

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=100$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д209, Д303, Д7Г.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для

питания постоянным током потребителя с  $P_0=150$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д224Б, Д214, Д243Б.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д233Б. Мощность потребителя  $P_0=500$  Вт, напряжение  $U_0=400$  В.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д243. Мощность потребителя  $P_0=600$  Вт, напряжение  $U_0=150$  В.

#### ВАРИАНТ №11

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=70$  Вт и  $U_0=100$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д214, КД202Н, Д215Б.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=60$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д302, Д205, Д244Б.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д207. Мощность потребителя  $P_0=30$  Вт, напряжение  $U_0=100$  В.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д205. Мощность потребителя  $P_0=300$  Вт, напряжение  $U_0=300$  В.

#### ВАРИАНТ №12

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=30$  Вт и  $U_0=120$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д210, Д221, Д242.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=300$  Вт и  $U_0=60$  В. Выбрать один из трёх диодов: КД202Н, Д243, Д214А.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д217. Мощность потребителя  $P_0=150$  Вт, напряжение  $U_0=500$  В.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д210. Мощность потребителя  $P_0=60$  Вт, напряжение  $U_0=300$  В.

#### ВАРИАНТ №13

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод Д217. Мощность потребителя  $P_0=40$  Вт, напряжение  $U_0=250$  В.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д226А. Мощность потребителя  $P_0=80$  Вт, напряжение  $U_0=150$  В.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=150$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д303, Д243Б, Д224.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д210. Мощность потребителя  $P_0=60$  Вт, напряжение  $U_0=300$  В.

#### ВАРИАНТ №14

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод Д205. Мощность потребителя  $P_0=60$  Вт, напряжение  $U_0=100$  В.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д222. Мощность потребителя  $P_0=240$  Вт, напряжение  $U_0=180$  В.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=50$  Вт и  $U_0=100$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д7Г, Д209, Д304.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д205. Мощность потребителя  $P_0=300$  Вт, напряжение  $U_0=300$  В.

#### ВАРИАНТ №15

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод КД202А. Мощность потребителя  $P_0=40$  Вт, напряжение  $U_0=10$  В.
2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д305. Мощность потребителя  $P_0=150$  Вт, напряжение  $U_0=20$  В.
3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=300$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д214, Д215Б, Д224А.
4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д243. Мощность потребителя  $P_0=600$  Вт, напряжение  $U_0=150$  В.

#### ВАРИАНТ №16

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=100$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д209, Д303, Д7Г.
2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=300$  Вт и  $U_0=60$  В. Выбрать один из трёх диодов: КД202Н, Д243, Д214А.
3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д207. Мощность потребителя  $P_0=30$  Вт, напряжение  $U_0=100$  В.
4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=90$  Вт и  $U_0=30$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д224, Д207, Д214Б.

#### ВАРИАНТ №17

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=70$  Вт и  $U_0=100$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д214, КД202Н, Д215Б.
2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=150$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д224Б, Д214, Д243Б.
3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д233Б. Мощность потребителя  $P_0=500$  Вт, напряжение  $U_0=400$  В.
4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=100$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д305, Д302, Д222.

#### ВАРИАНТ №18

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=30$  Вт и  $U_0=120$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д210, Д221, Д242.
2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=60$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д302, Д205, Д244Б.
3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д217. Мощность потребителя  $P_0=150$  Вт, напряжение  $U_0=500$  В.
4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=500$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д242, Д226А, Д224А.

#### ВАРИАНТ №19

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод Д217. Мощность потребителя  $P_0=40$  Вт, напряжение  $U_0=250$  В.
2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д305. Мощность потребителя  $P_0=150$  Вт, напряжение  $U_0=20$  В.
3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д233Б. Мощность потребителя  $P_0=500$  Вт, напряжение  $U_0=400$  В.
4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д243. Мощность

потребителя  $P_0=600$  Вт, напряжение  $U_0=150$  В.

#### ВАРИАНТ №20

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод Д205. Мощность потребителя  $P_0=60$  Вт, напряжение  $U_0=100$  В.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д226А. Мощность потребителя  $P_0=80$  Вт, напряжение  $U_0=150$  В.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д207. Мощность потребителя  $P_0=30$  Вт, напряжение  $U_0=100$  В.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д205. Мощность потребителя  $P_0=300$  Вт, напряжение  $U_0=300$  В.

#### ВАРИАНТ №21

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод КД202А. Мощность потребителя  $P_0=40$  Вт, напряжение  $U_0=10$  В.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки, используя диод Д222. Мощность потребителя  $P_0=240$  Вт, напряжение  $U_0=180$  В.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д217. Мощность потребителя  $P_0=150$  Вт, напряжение  $U_0=500$  В.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д210. Мощность потребителя  $P_0=60$  Вт, напряжение  $U_0=300$  В.

#### ВАРИАНТ №22

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=100$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д209, Д303, Д7Г.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=60$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д302, Д205, Д244Б.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=50$  Вт и  $U_0=100$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д7Г, Д209, Д304.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=500$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д242, Д226А, Д224А.

#### ВАРИАНТ №23

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=70$  Вт и  $U_0=100$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д214, КД202Н, Д215Б.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=300$  Вт и  $U_0=60$  В. Выбрать один из трёх диодов: КД202Н, Д243, Д214А.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=150$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д303, Д243Б, Д224.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=100$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д305, Д302, Д222.

#### ВАРИАНТ №24

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя для питания потребителя с  $P_0=30$  Вт и  $U_0=120$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д210, Д221, Д242.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=150$  Вт и  $U_0=20$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д224Б, Д214, Д243Б.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя с  $P_0=300$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д214, Д215Б, Д224А.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя с  $P_0=90$  Вт и  $U_0=30$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д224, Д207, Д214Б.

#### ВАРИАНТ №25

1. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диод Д217. Мощность потребителя  $P_0=40$  Вт, напряжение  $U_0=250$  В.

2. Составить схему двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки для питания постоянным током потребителя с  $P_0=60$  Вт и  $U_0=40$  В. Выбрать один из трёх диодов: Д302, Д205, Д244Б.

3. Составить схему двухполупериодного мостового выпрямителя, используя диод Д217. Мощность потребителя  $P_0=150$  Вт, напряжение  $U_0=500$  В.

4. Составить схему трёхфазного выпрямителя, используя диод Д210. Мощность потребителя  $P_0=60$  Вт, напряжение  $U_0=300$  В.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гершунский Б.С. Основы электроники и микроэлектроники, – К.: Вища школа, 1987 г., стр. 350–368.

### Приложение А

#### Параметры диодов

| <i>Тип диода</i> | <i><math>I_{доп}, А</math></i> | <i><math>U_{обр}, В</math></i> | <i>Тип диода</i> | <i><math>I_{доп}, А</math></i> | <i><math>U_{обр}, В</math></i> |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Д7Г              | 0,3                            | 200                            | Д231             | 10                             | 300                            |
| Д205             | 0,4                            | 400                            | Д231Б            | 5                              | 300                            |
| Д207             | 0,1                            | 200                            | Д232             | 10                             | 400                            |
| Д209             | 0,1                            | 400                            | Д232Б            | 5                              | 400                            |
| Д210             | 0,1                            | 500                            | Д233             | 10                             | 500                            |
| Д211             | 0,1                            | 600                            | Д233Б            | 5                              | 500                            |
| Д214             | 5                              | 100                            | Д234Б            | 5                              | 600                            |
| Д214А            | 10                             | 100                            | Д242             | 5                              | 100                            |
| Д214Б            | 2                              | 200                            | Д242А            | 10                             | 100                            |
| Д215             | 5                              | 200                            | Д242Б            | 2                              | 100                            |
| Д215А            | 10                             | 200                            | Д243             | 5                              | 200                            |
| Д215Б            | 2                              | 200                            | Д243А            | 10                             | 200                            |
| Д217             | 0,1                            | 800                            | Д243Б            | 2                              | 200                            |
| Д218             | 0,1                            | 1000                           | Д244             | 5                              | 50                             |
| Д221             | 0,4                            | 400                            | Д244А            | 10                             | 50                             |
| Д222             | 0,4                            | 600                            | Д244Б            | 2                              | 50                             |
| Д224             | 5                              | 50                             | Д302             | 1                              | 200                            |
| Д224А            | 10                             | 50                             | Д303             | 3                              | 150                            |
| Д224Б            | 2                              | 50                             | Д304             | 3                              | 100                            |
| Д226             | 0,3                            | 400                            | Д305             | 6                              | 50                             |
| Д226А            | 0,3                            | 300                            | КД202А           | 3                              | 50                             |
|                  |                                |                                | КД202Н           | 1                              | 500                            |