

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор Морского колледжа
М.М. Майстришин
«14» января 2026 г.



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

ОП.02 Электротехника и электроника

специальность

13.02.13

Эксплуатация и обслуживание электрического и
электромеханического оборудования (по отраслям)

уровень среднего профессио-
нального образования

Специалист среднего звена

квалификация

Техник

Год приема

2026

Севастополь
2026

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.

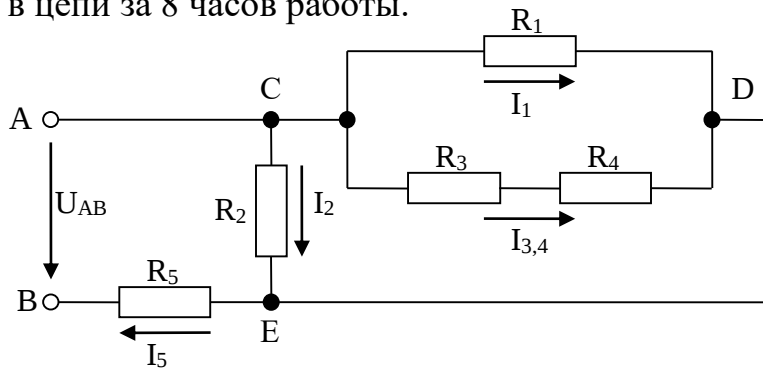
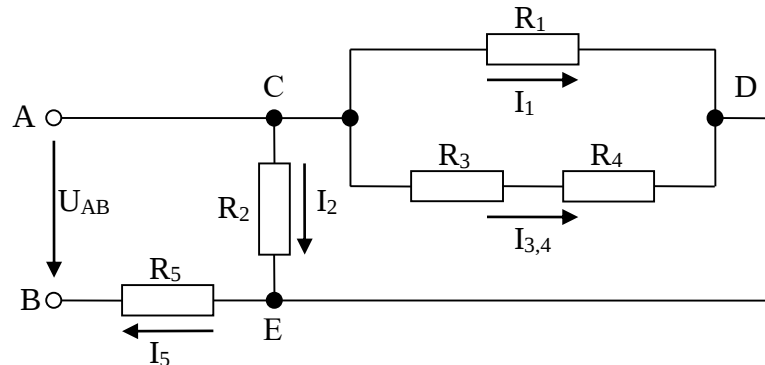


Рисунок 1 – Исходная схема для расчёта

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.

$$R_{3,4} = R_3 + R_4 = 10 + 5 = 15 \text{ (Ом)}$$
$$R_{\text{CD}} = \frac{R_1 \cdot R_{3,4}}{R_1 + R_{3,4}} = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = \frac{150}{25} = 6 \text{ (Ом)}$$

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

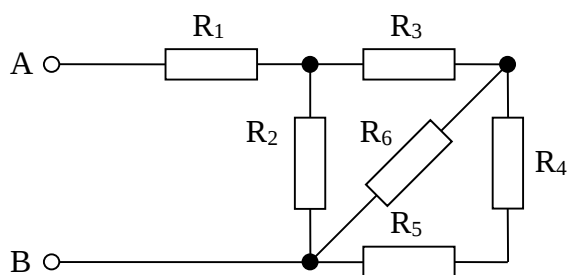


Рисунок 2

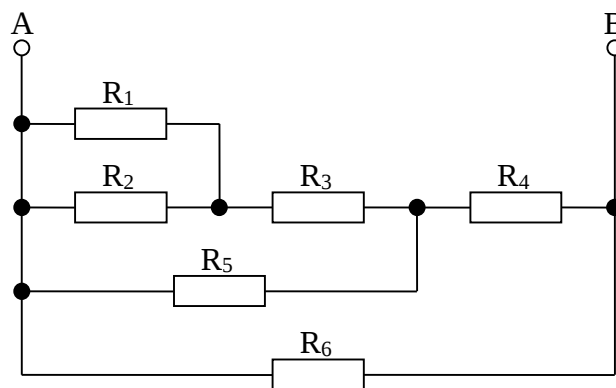


Рисунок 3

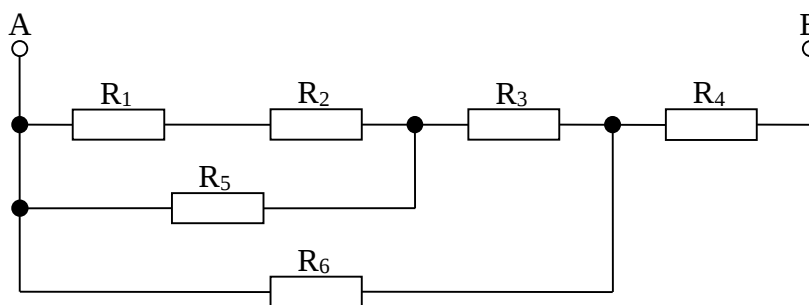


Рисунок 4

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, φ (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.

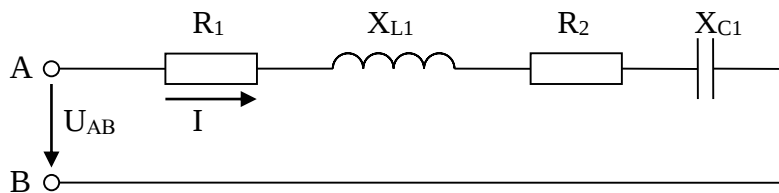
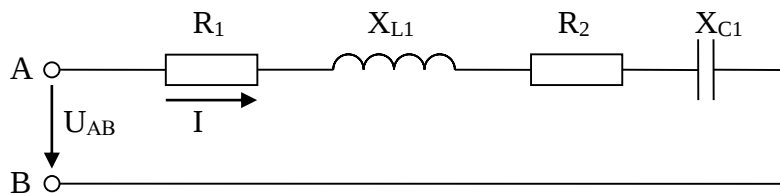


Рисунок 5 – Исходная схема для расчёта

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 , $\cos\varphi$, φ , 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 φ 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

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

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

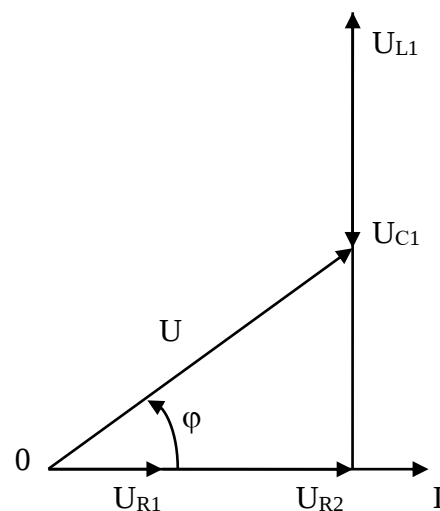
$$U_{L1} = I \cdot X_{L1} = 10 \cdot 12 = 120 \text{ (В)}$$

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

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° откладывается вектор падения напряжения U_{L1} длиной 6 см. Из конца вектора U_{L1} в сторону отставания от вектора тока на 90° 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

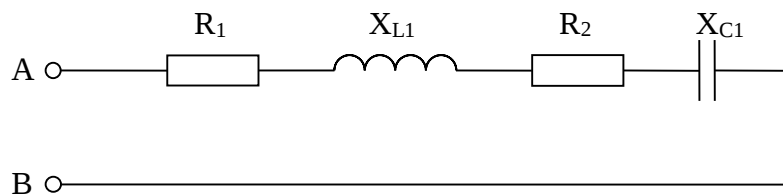


Рисунок 6

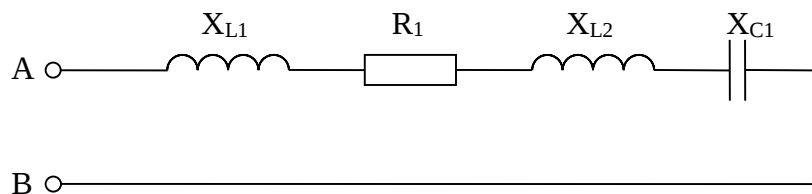


Рисунок 7

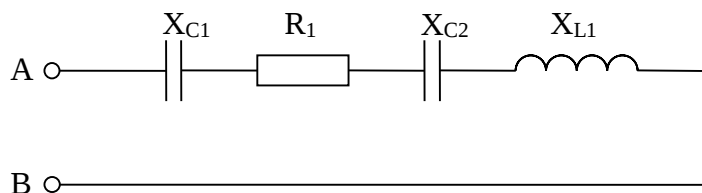


Рисунок 8

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.

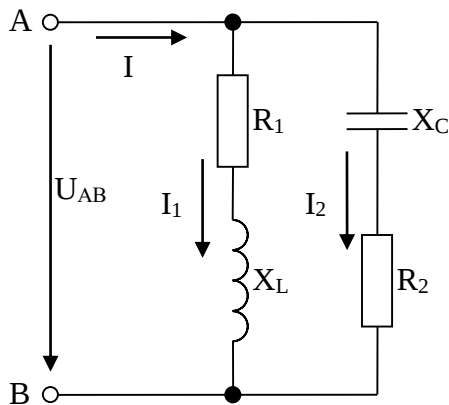
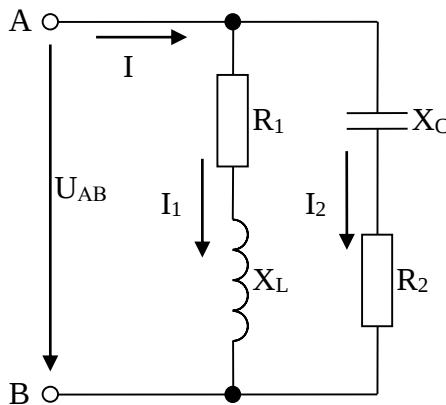


Рисунок 9 – Исходная схема

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 , $\cos\varphi$, φ , $\cos\varphi_1$, φ_1 , $\cos\varphi_2$, φ_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

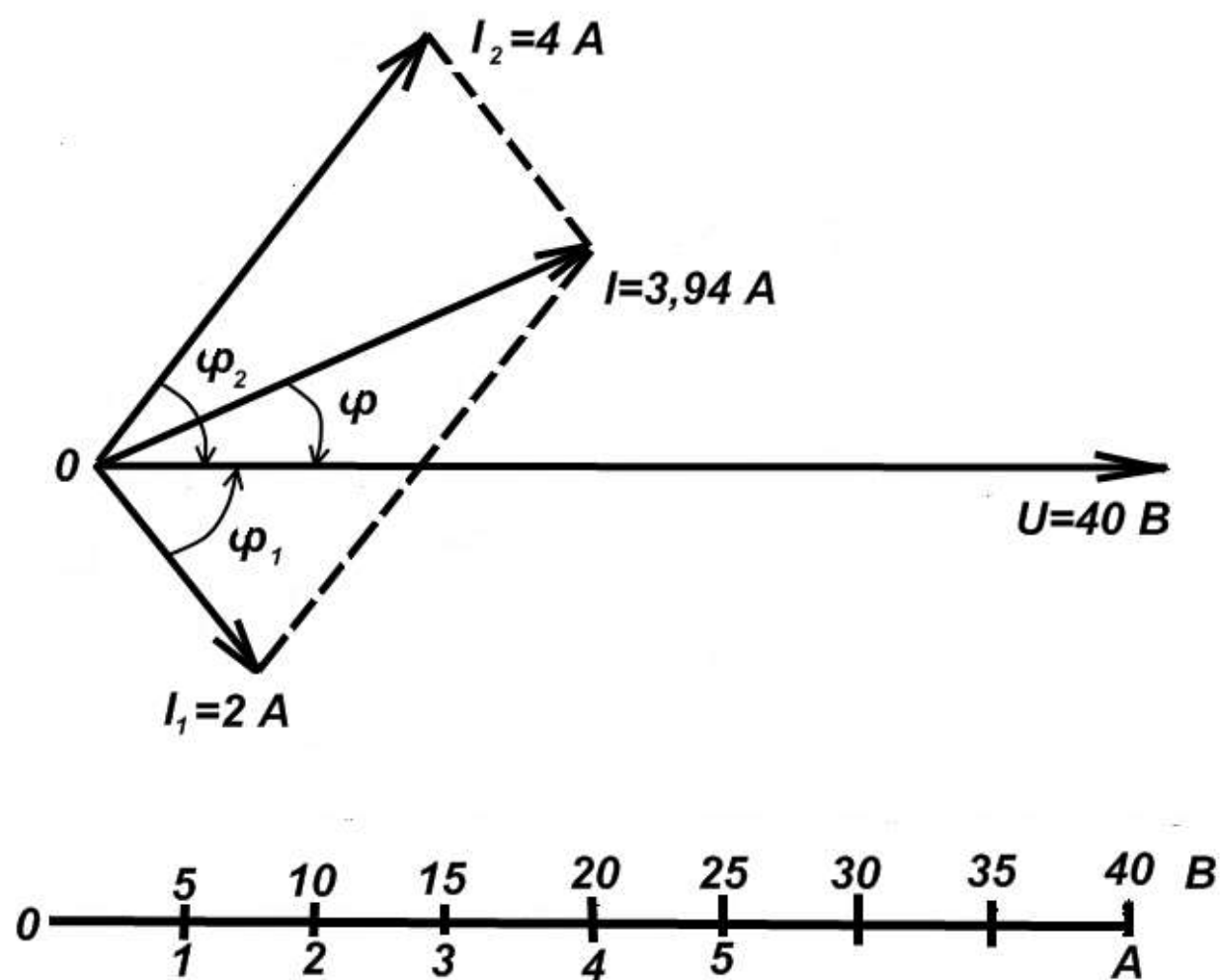
$$\sin \varphi_1 = \frac{X_L}{Z_1} = \frac{16}{20} = 0,8 \Rightarrow \angle \varphi_1 = 53^\circ 10' \Rightarrow \cos \varphi_1 = 0,6$$

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

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 1с – 1 А и напряжению: в 1 см – 5 В. Построение начинается с вектора напряжения длиной 8 см. Под углом φ_1 к нему в сторону отставания откладывается в масштабе вектор тока I_1 длиной 2 см, а под углом φ_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- мер вари- анта	Но- мер ри- сунка	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	X _L , Ом	X _C , Ом	Z ₁ , Ом	Z ₂ , Ом	U _{AB} , В	I ₁ , А	I ₂ , А	I, А	P ₁ , Вт	Q ₁ , ВАР	P ₂ , Вт	Q ₂ , ВАР	P, Вт	Q, 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	-	-	-

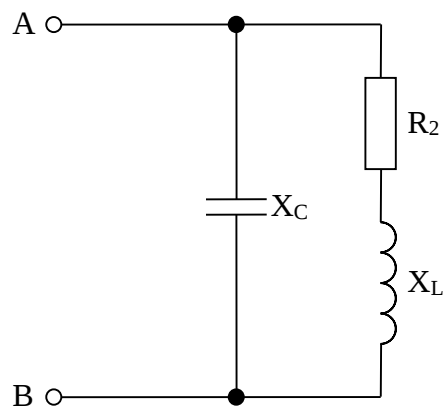


Рисунок 10

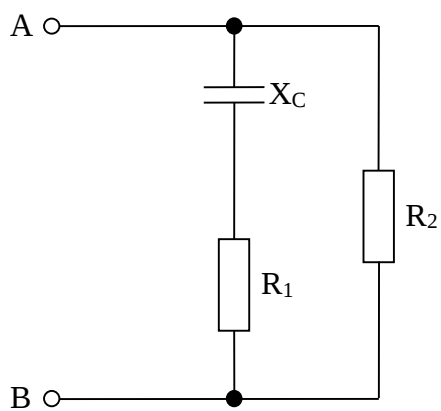


Рисунок 11

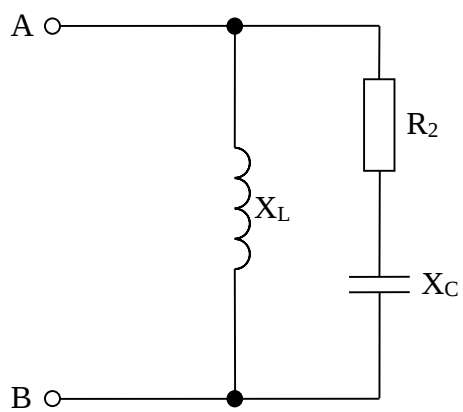


Рисунок 12

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.

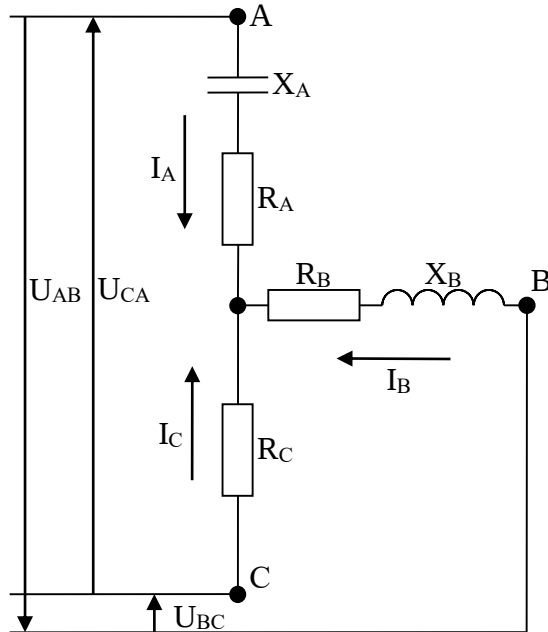
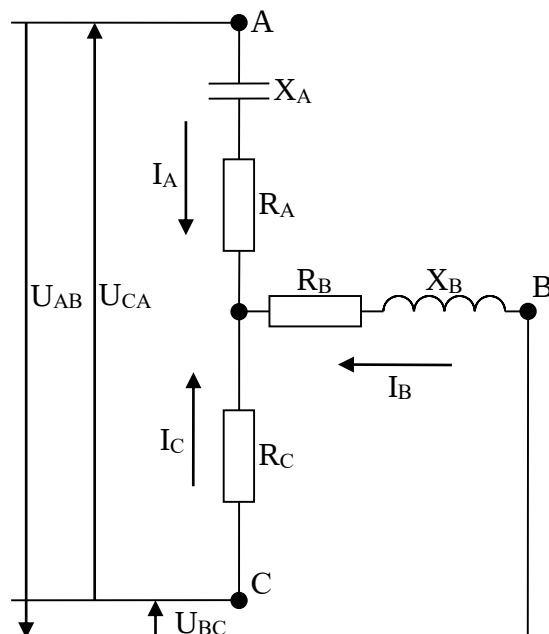


Рисунок 13 – Исходная схема

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

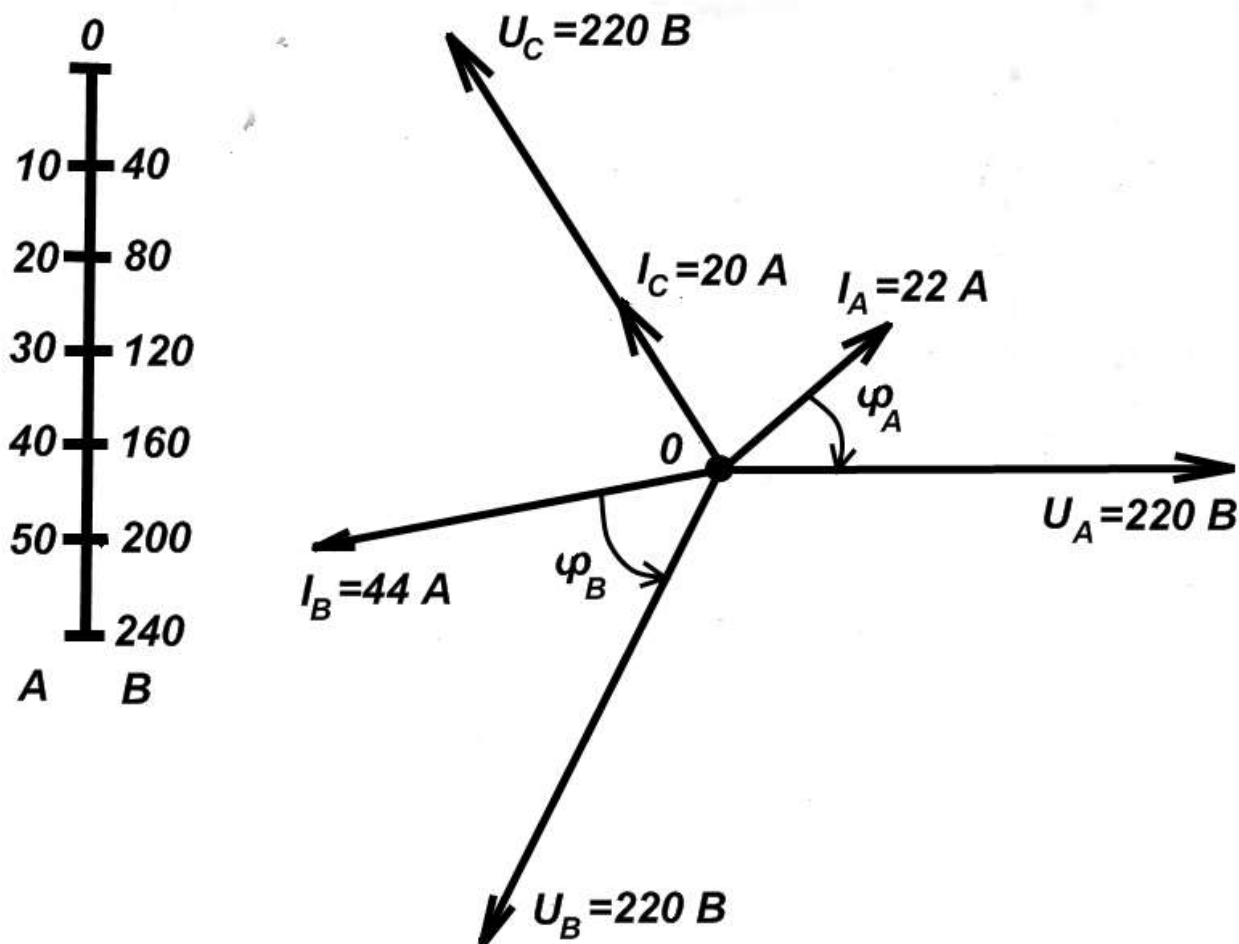
$$\sin \varphi_A = \frac{X_A}{Z_A} = \frac{-6}{10} = -0,6 \Rightarrow \angle \varphi_A = -36^\circ 50' \Rightarrow \cos \varphi_A = 0,8$$

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

$\varphi_C = 0$, 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° 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 вари- анта	Номер ри- сунка	$U_{НОМ},$ В	$R_A,$ Ом	$R_B,$ Ом	$R_C,$ Ом	$X_A,$ Ом	$X_B,$ Ом	$X_C,$ Ом	I_A, A	I_B, A	I_C, A	$P_A, Вт$	$P_B, Вт$	$P_C, Вт$	$Q_A,$ ВАР	$Q_B,$ ВАР	$Q_C,$ 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

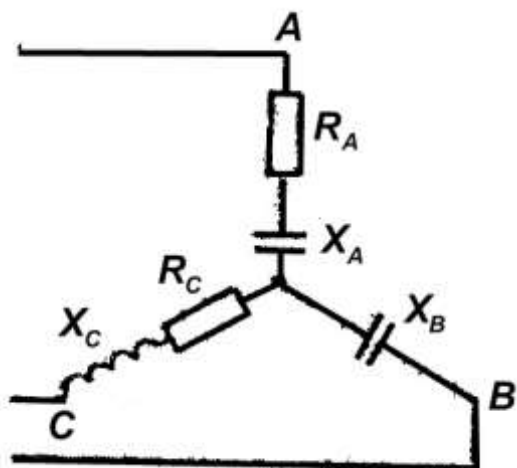


Рисунок 14

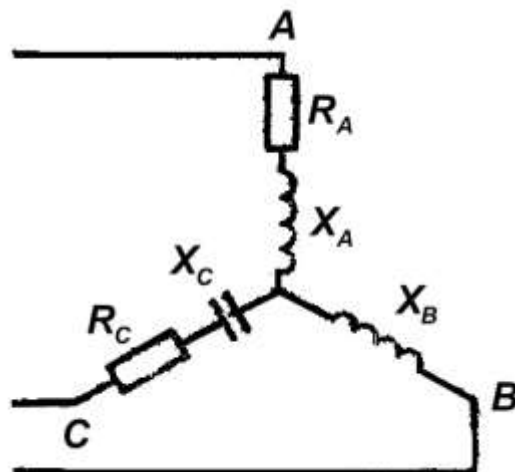


Рисунок 15

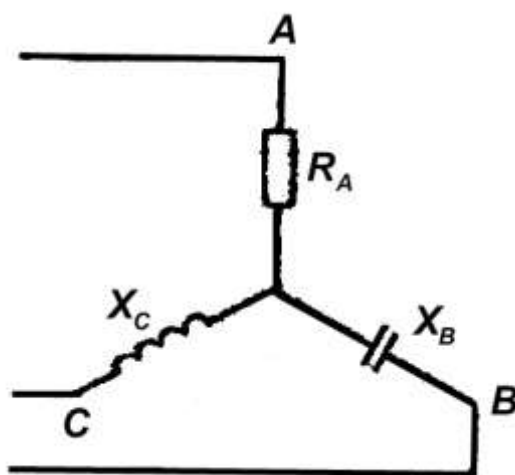


Рисунок 16

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.

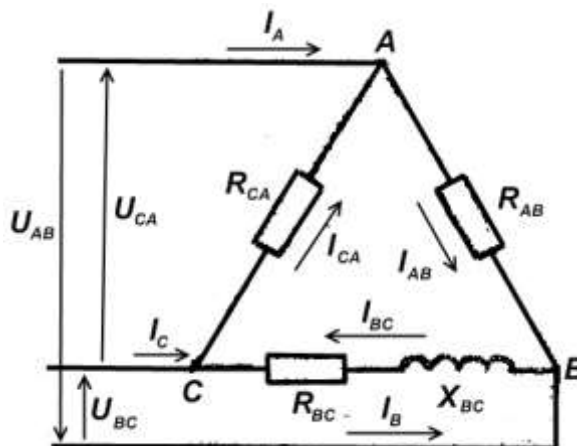
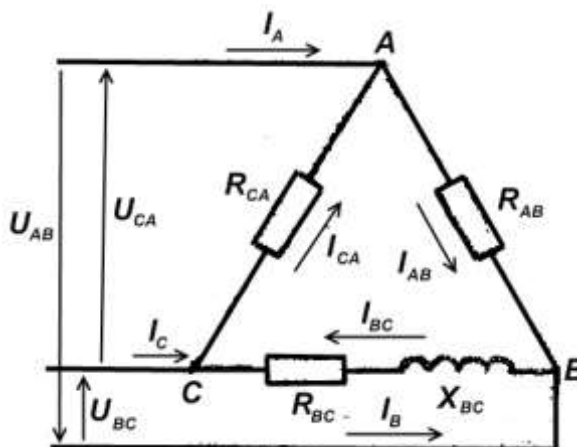


Рисунок 17 – Исходная схема

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} , $\cos\varphi_{AB}$, φ_{AB} , $\cos\varphi_{BC}$, φ_{BC} , $\cos\varphi_{CA}$, φ_{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

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

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

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

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

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

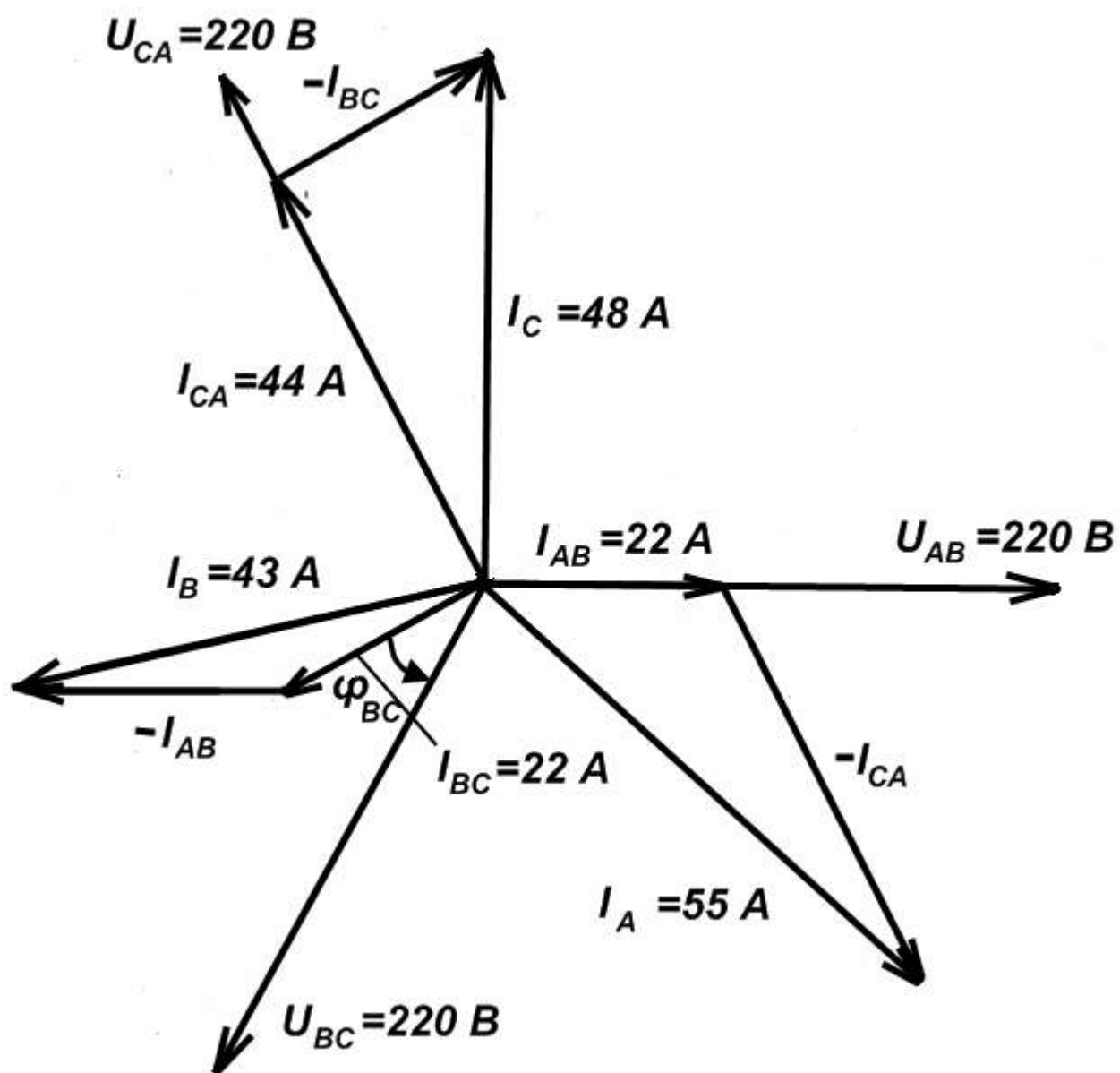
$\varphi_{AB}=0$ и $\varphi_{CA}=0$, так как в фазах АВ и СА есть только активное сопротивление, $\cos \varphi_{AB}=1$ и $\cos \varphi_{CA}=1$.

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° 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 вари- анта	Номер ри- сунка	$U_{\text{НОМ}},$ В	$R_{AB},$ Ом	$R_{BC},$ Ом	$R_{CA},$ Ом	$X_{AB},$ Ом	$X_{CA},$ Ом	$I_{AB},$ А	$I_{BC},$ А	$I_{CA},$ А	$P_{AB},$ Вт	$P_{BC},$ Вт	$P_{CA},$ Вт	$Q_{AB},$ Ом	$Q_{CA},$ 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

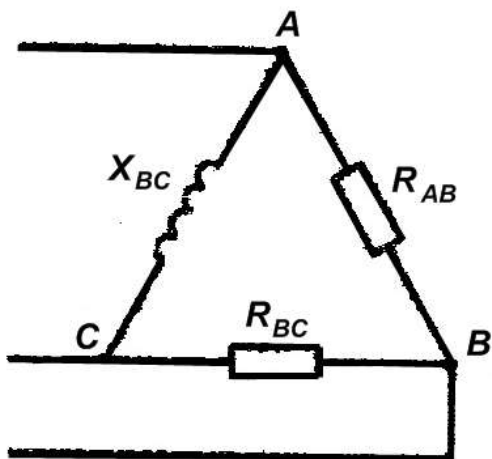


Рисунок 18

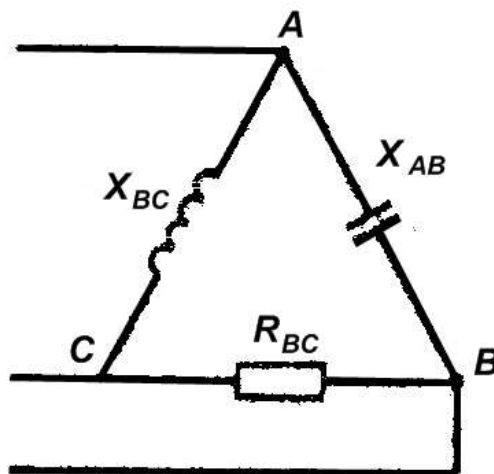


Рисунок 19

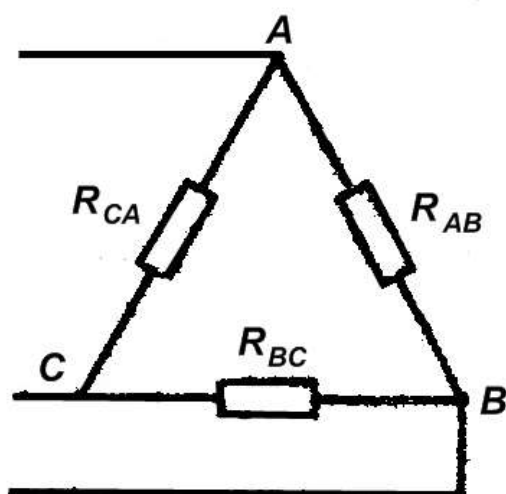


Рисунок 20

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 указаниях, 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 $I_{\text{доп}}$ и $U_{\text{обр}}$. Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям:

$$U_{\text{обр}} \geq U_b$$

$$100 > 63$$

условие соблюдается, диод по напряжению подходит

$$I_{\text{доп}} \geq I_0$$

$$10 < 15$$

условие не соблюдается, диод по току не подходит

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

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

$$I_{\text{доп}} \geq I_0$$

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

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

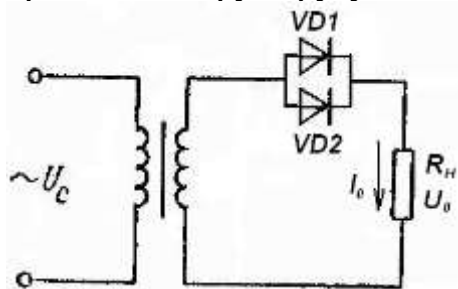


Рисунок 1 – Схема однополупериодного выпрямителя для примера 1.

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:

$$I_{\text{доп}}=2 \text{ А}$$

$$U_{\text{обр}}=200 \text{ В}$$

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 $I_{\text{доп}}$ и $U_{\text{обр}}$. Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям:

$$U_{\text{обр}} \geq U_b$$

$$200 < 314$$

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.

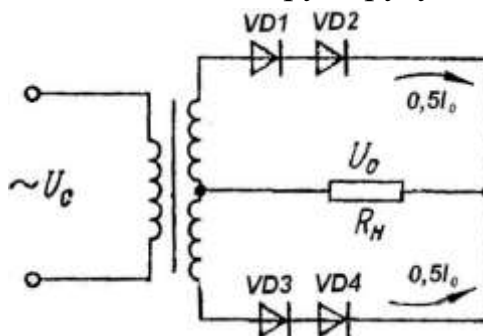


Рисунок 2 – Схема двухполупериодного выпрямителя для примера 2.

ПРИМЕР 3

Составить схему мостового выпрямителя, используя один из четырех 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:

$$U_{OBR} \geq U_b \geq 314$$

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

5. Этим условиям удовлетворяет диод КД202Н

$$U_{OBR} \geq U_b \geq 314$$

$$500 > 314$$

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

$$1 > 0,75$$

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

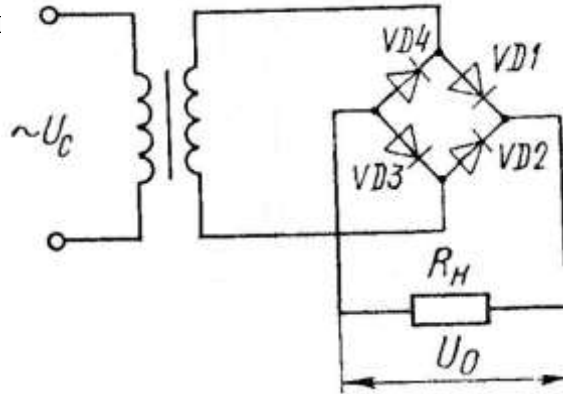


Рисунок 3 – Схема мостового выпрямителя для примера 3.

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 – $I_{ДОП} = 5$ А; $U_{OBR} = 100$ В

Д226А – $I_{ДОП} = 0,3$ А; $U_{OBR} = 300$ В

Д224А – $I_{ДОП} = 10$ А; $U_{OBR} = 50$ 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:

$$U_{OBR} \geq U_b \geq 42$$

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

5. Этим условиям удовлетворяет диод К224А

$$U_{OBR} \geq U_b \geq 42$$

$$50 > 42$$

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

$$10 > 8,25$$

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

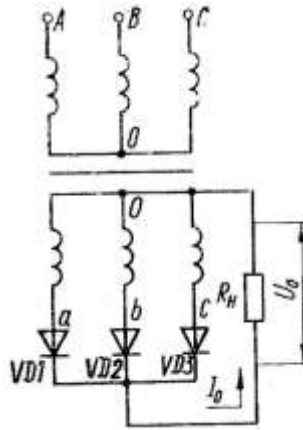


Рисунок 4 – Схема трёхфазного выпрямителя для примера 4.

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 тех 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 тех 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 тех 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>$I_{доп}, А$</i>	<i>$U_{обр}, В$</i>	<i>Тип диода</i>	<i>$I_{доп}, А$</i>	<i>$U_{обр}, В$</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