

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.02 Электротехника и электроника

специальность

13.02.13

Эксплуатация и обслуживание электрического и
электромеханического оборудования (по отраслям)

уровень среднего
профессионального образования

Специалист среднего звена

квалификация

Техник

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.

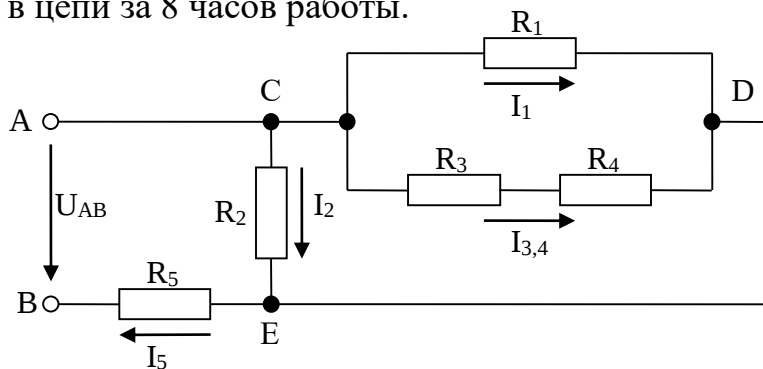
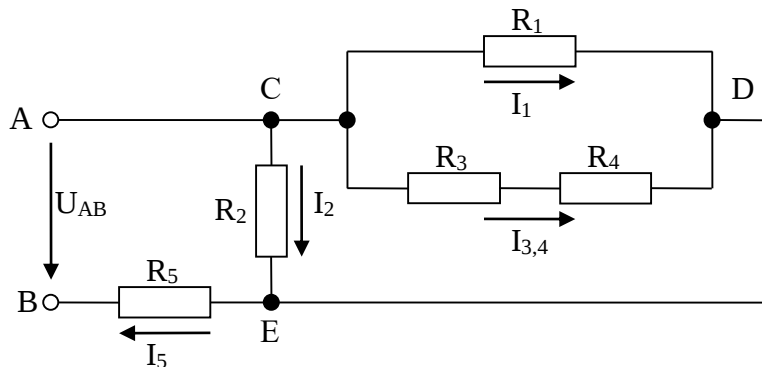


Рисунок 1 – Исходная схема для расчёта

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

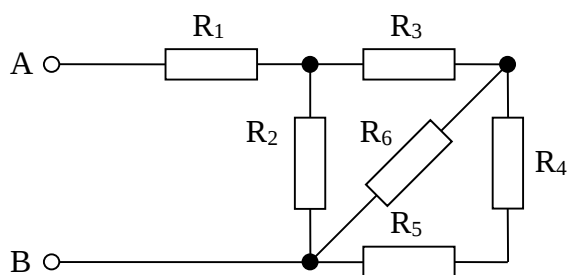


Рисунок 2

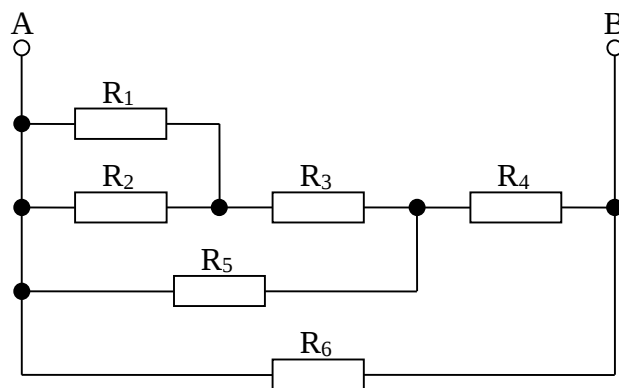


Рисунок 3

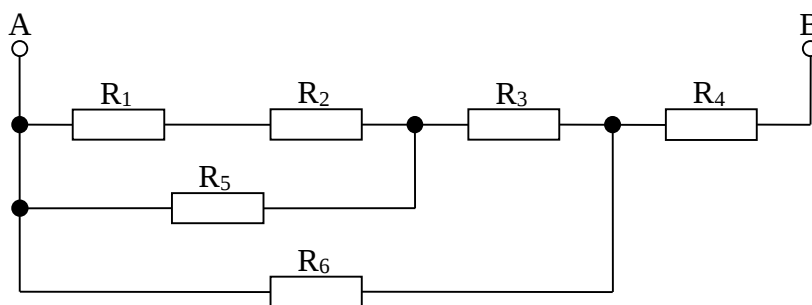


Рисунок 4

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, 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.

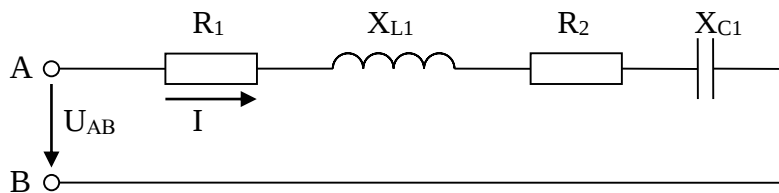
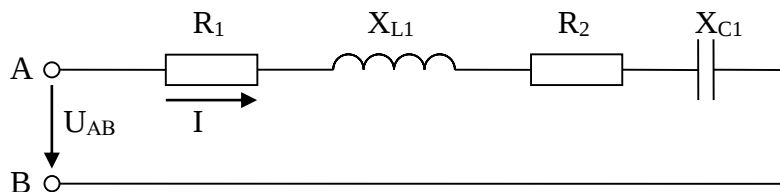


Рисунок 5 – Исходная схема для расчёта

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

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

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

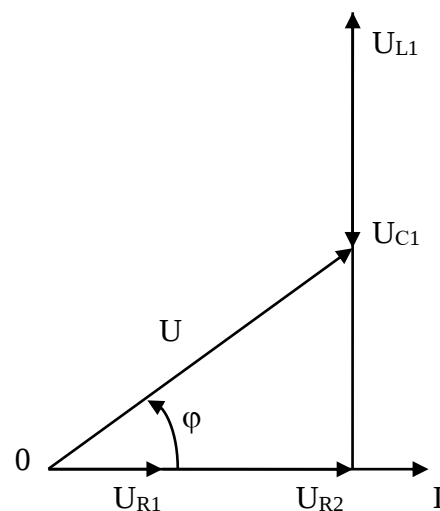
$$U_{L1} = I \cdot X_{L1} = 10 \cdot 12 = 120 \text{ (В)}$$

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

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

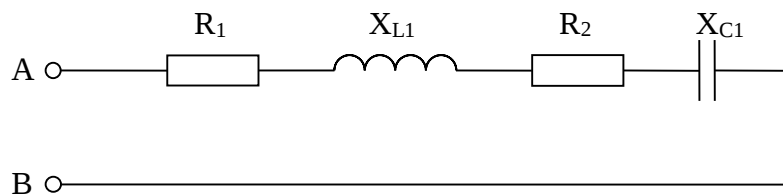


Рисунок 6

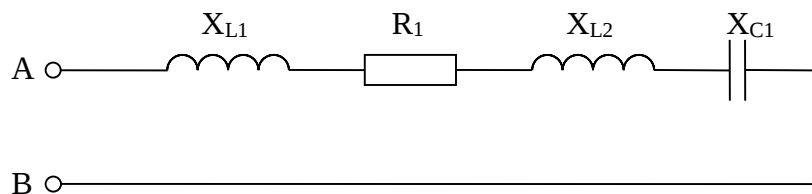


Рисунок 7

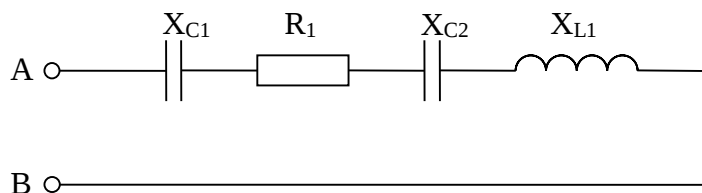


Рисунок 8

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.

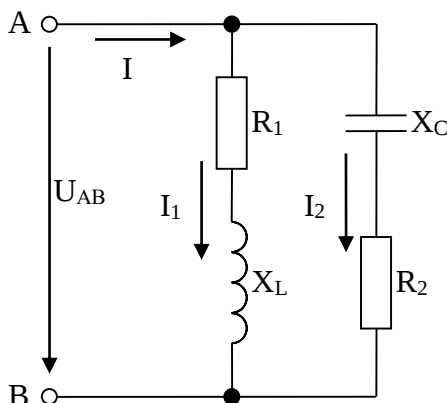
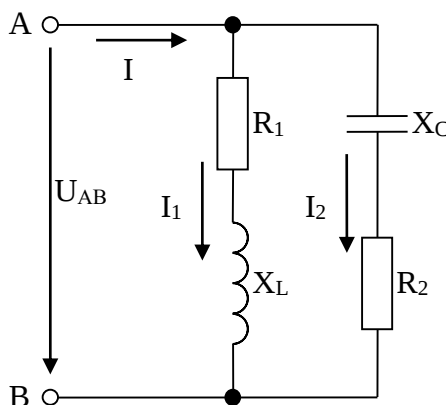


Рисунок 9 – Исходная схема

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

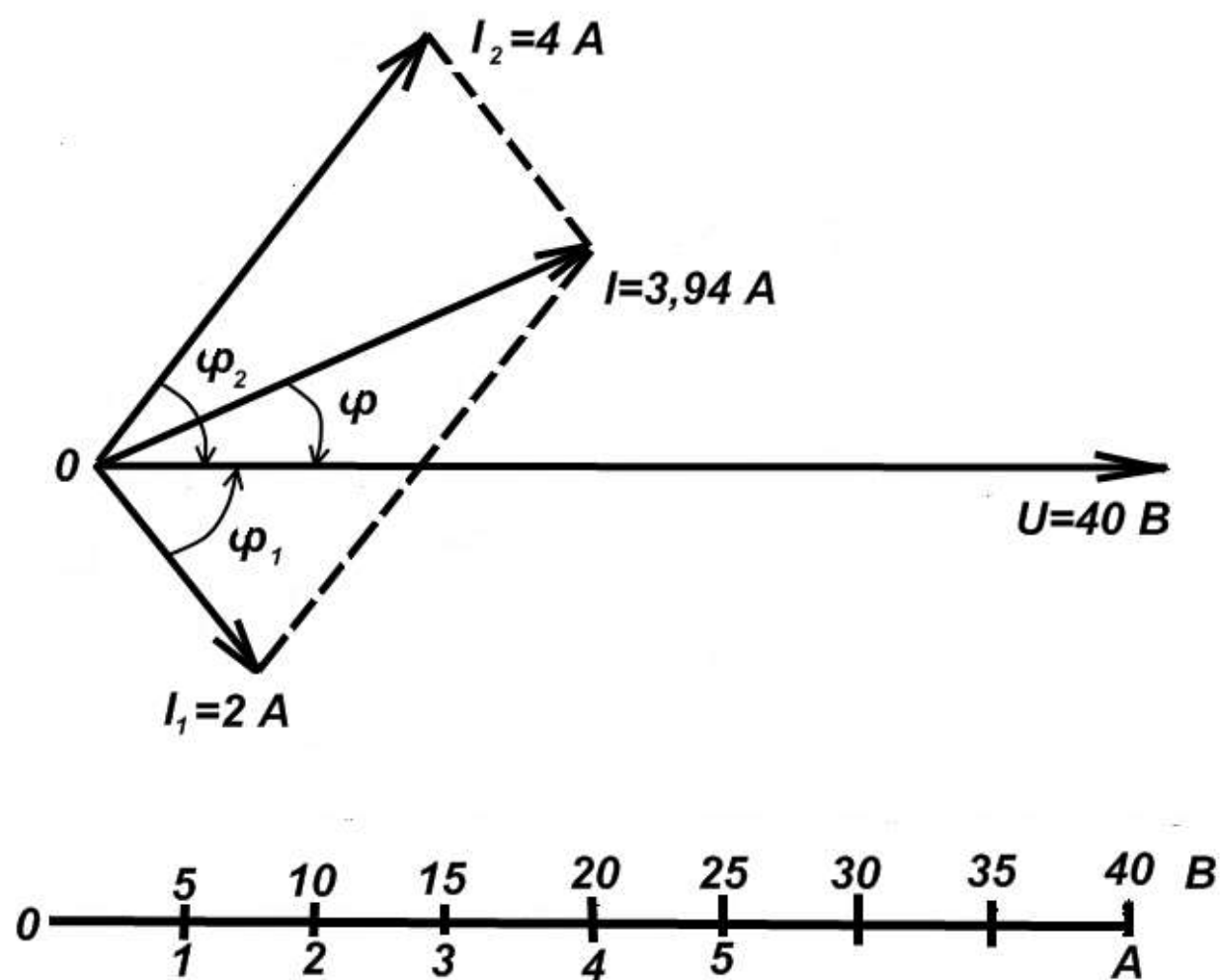
$$\sin \varphi_1 = \frac{X_L}{Z_1} = \frac{16}{20} = 0,8 \Rightarrow \angle \varphi_1 = 53^\circ 10' \Rightarrow \cos \varphi_1 = 0,6$$

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

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 1 см – 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	-	-	-

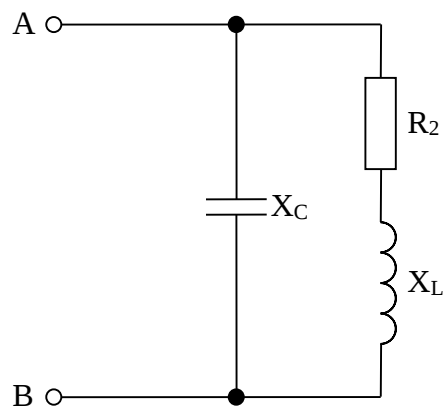


Рисунок 10

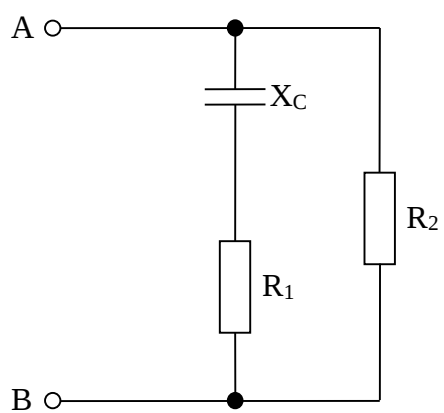


Рисунок 11

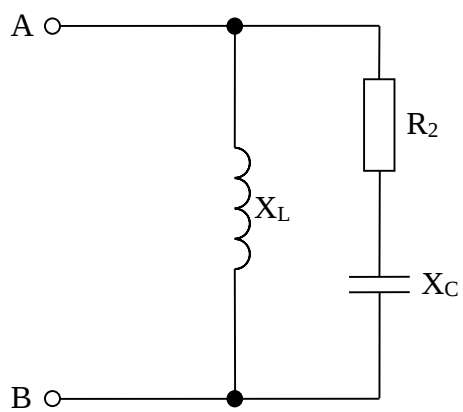


Рисунок 12

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.

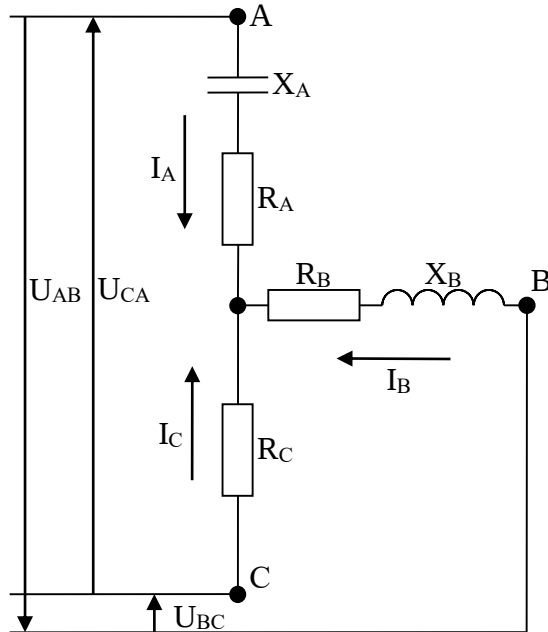
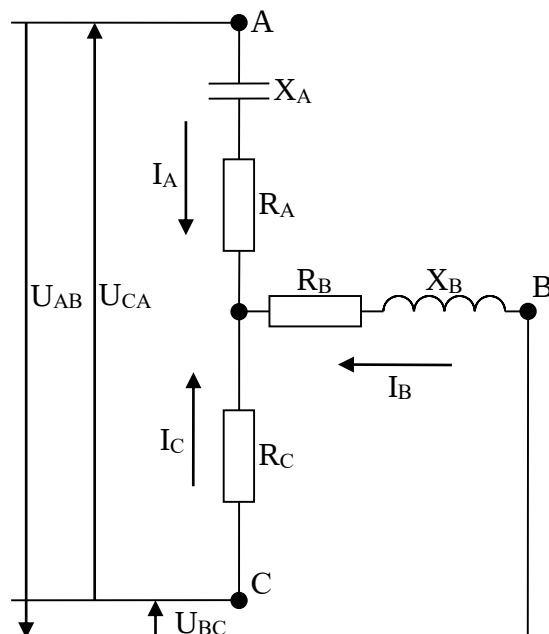


Рисунок 13 – Исходная схема

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

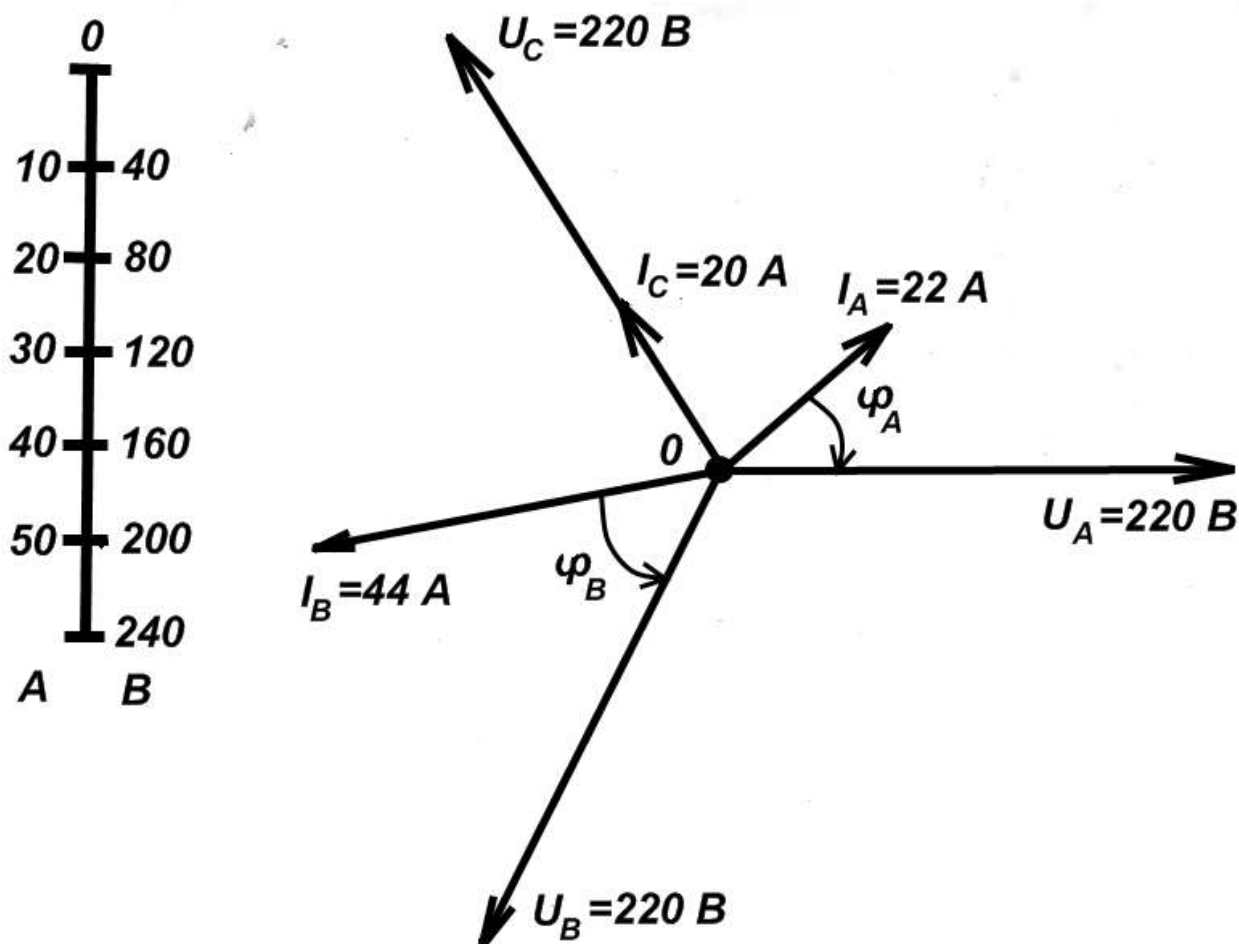
$$\sin \varphi_A = \frac{X_A}{Z_A} = \frac{-6}{10} = -0,6 \Rightarrow \angle \varphi_A = -36^\circ 50' \Rightarrow \cos \varphi_A = 0,8$$

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

$\varphi_C = 0$, 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	$U_{\text{НОМ}},$ 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	$P_A, \text{Вт}$	$P_B, \text{Вт}$	$P_C, \text{Вт}$	$Q_A,$ 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

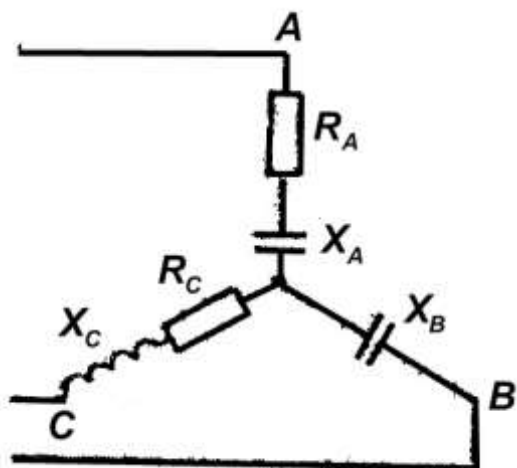


Рисунок 14

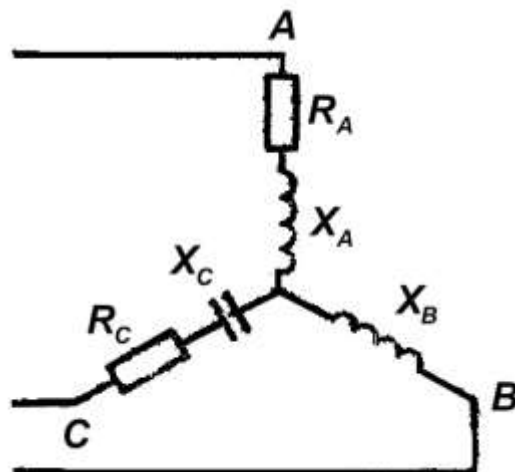


Рисунок 15

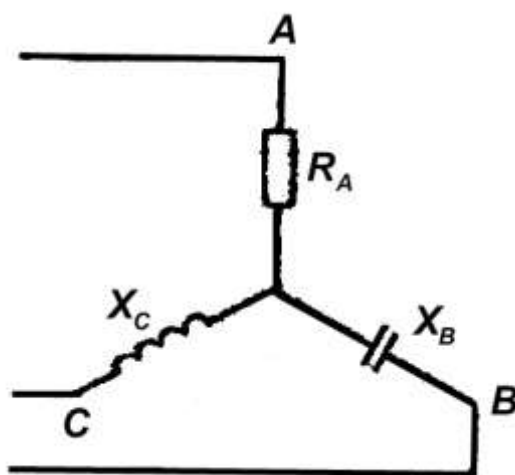


Рисунок 16

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.

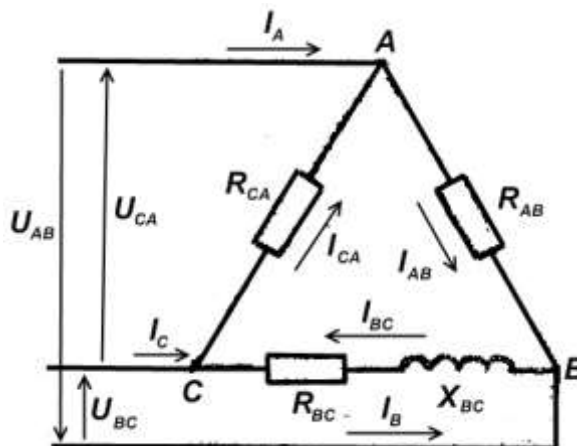
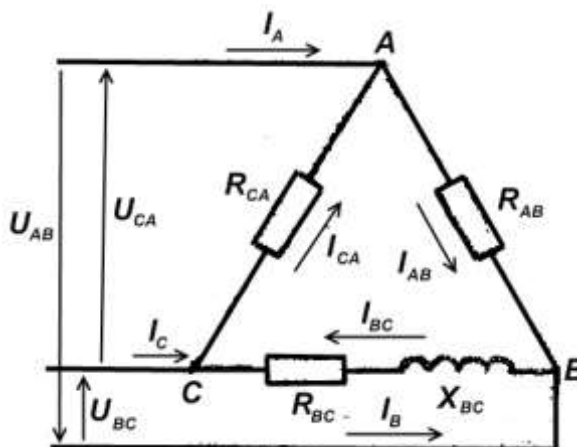


Рисунок 17 – Исходная схема

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

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

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

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

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

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

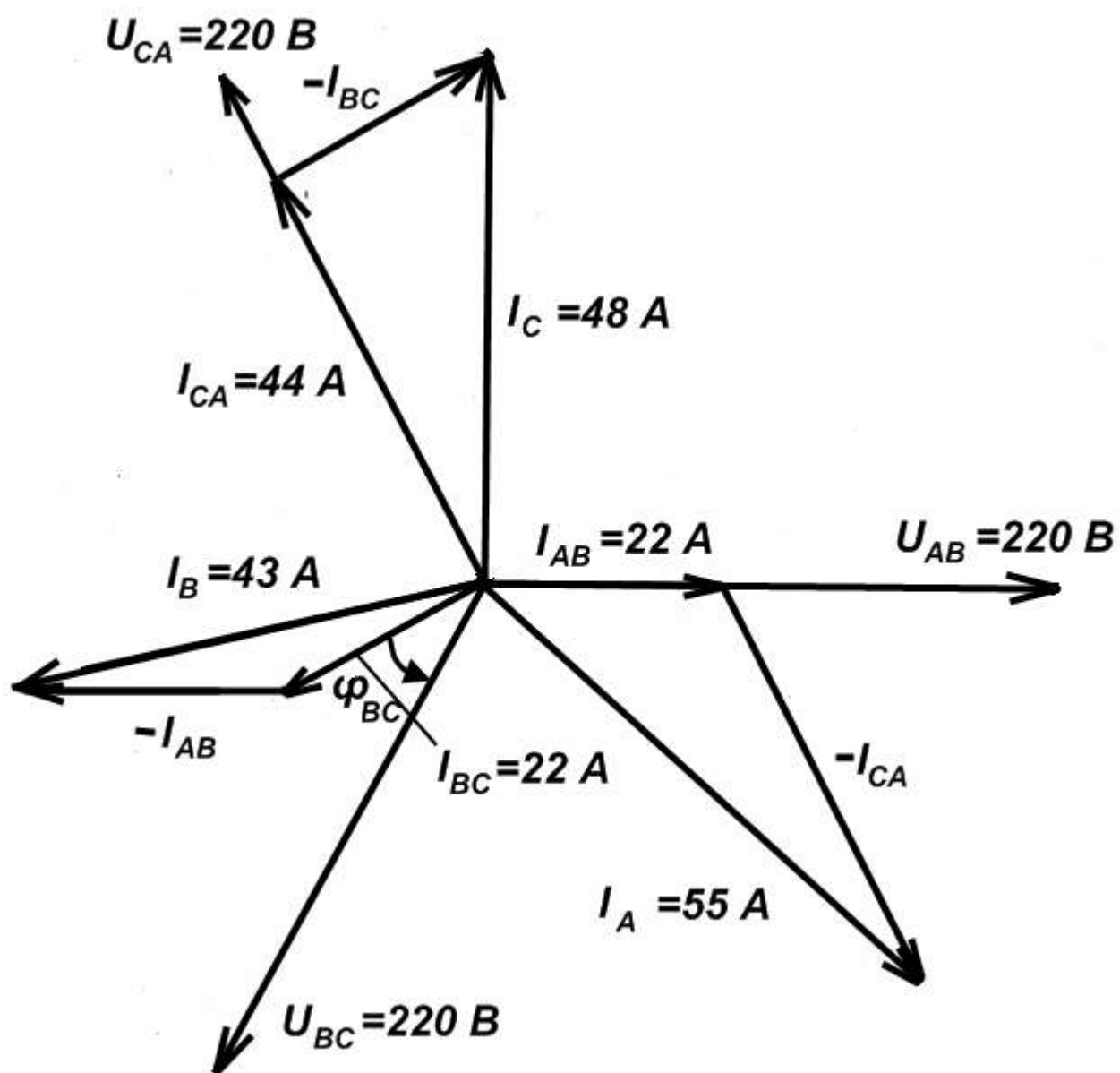
$\varphi_{AB}=0$ и $\varphi_{CA}=0$, так как в фазах АВ и СА есть только активное сопротивление, $\cos \varphi_{AB}=1$ и $\cos \varphi_{CA}=1$.

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° 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

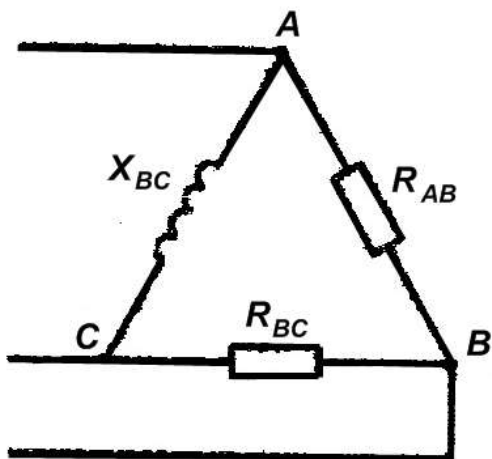


Рисунок 18

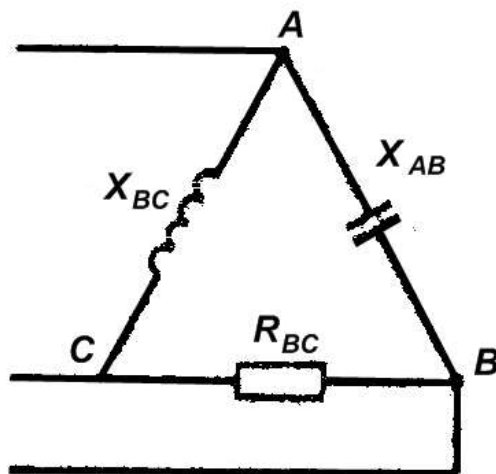


Рисунок 19

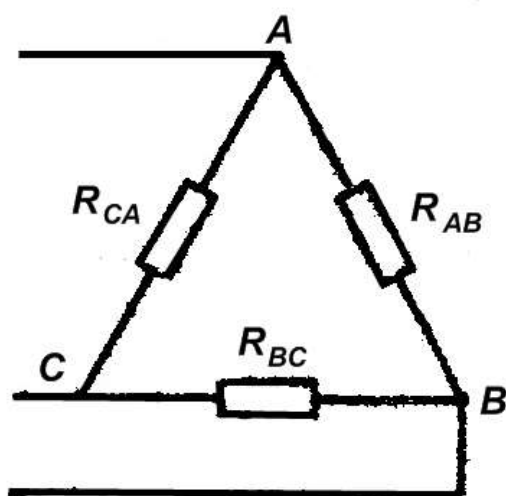


Рисунок 20

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 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 $I_{\text{доп}}$ 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.

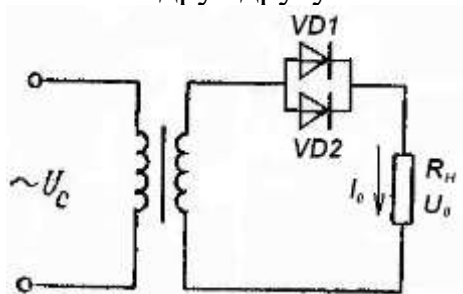


Рисунок 1 – Схема однополупериодного выпрямителя для примера 1.

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.

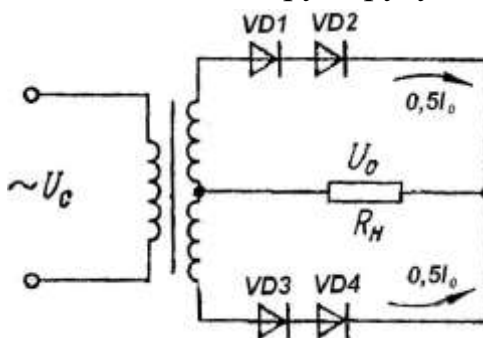


Рисунок 2 – Схема двухполупериодного выпрямителя для примера 2.

ПРИМЕР 3

Составить схему мостового выпрямителя, используя один из 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.

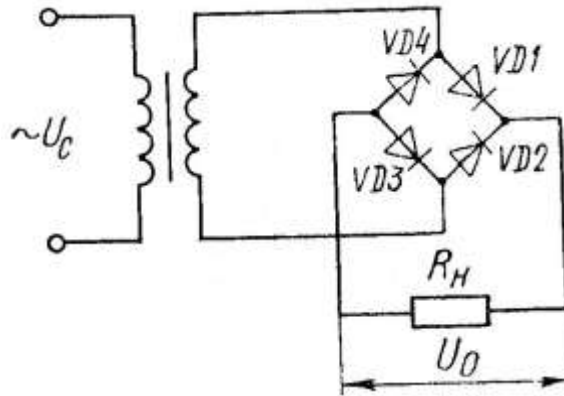


Рисунок 3 – Схема мостового выпрямителя для примера 3.

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.

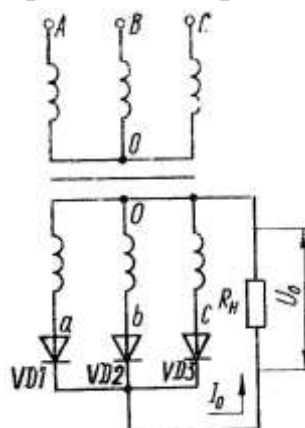


Рисунок 4 – Схема трёхфазного выпрямителя для примера 4.

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>$I_{доп}, А$</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