

КТКП «Колледж транспорта» г.Семей
(наименование организации образования)



«Утверждаю»
Зам. Директора по учебной работе
Молдагалиева М.Т..
«31» 08 2022 г

Заочное отделение
ИНДИВИДУАЛЬНОЕ КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ
По предмету «Электротехника с основами электроники»

Специальность: 07161300 – «Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация
автомобильного транспорта»
0716– «Автотранспортные средства, морские и воздушные суда»
0716300– «Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация автомобильного транспорта »
(код и наименование)

Квалификация: 03W07161301 - «Слесарь по ремонту автомобилей»
03W07161303 - «Мастер по ремонту автомобилей»
4S07320704 - Техник – механик
(код и наименование)

Выполнила: Кадирханова А.М.

Рассмотрено на заседании
общетехнических дисциплин

№ 1 « 31.08.22 »

Председатель ПЦК:  Кадирханова А.М.

г.Семей

Содержание

Задача № 1. Цепи постоянного тока	2
Методика решения задачи № 1. Пример решения задачи на постоянный ток со смешанным соединением резисторов	3
Задача № 2. Цепи переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью	7
Задача № 2.1. Цепи переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью	9
Задача № 2.2. Цепи переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью	11
Методика решения задачи № 2. Пример решения задачи на переменный ток, при последовательном соединении резистора, катушки индуктивности и конденсатора (емкости)	13
Задача № 3. Трехфазные цепи при соединении звездой с нулевым проводом	20
Методика решения задачи № 3. Пример решения задачи на трехфазные цепи при соединении звездой с нулевым проводом. Пример построения векторной диаграммы для данной задачи	22
Задача № 4.1. Схемы выпрямителей	27
Методика решения задачи № 4.1. Пример решения задачи для составления схемы, используя стандартный диод	28
Задача № 4.2 Схемы выпрямителей	31
Методика решения задачи № 4.2. Пример решения задачи для составления схемы, используя стандартный диод	32
Задача № 5. Переменный ток и его параметры	35
Методика решения задачи № 5. Пример решения задачи на переменный ток	37
Задача № 6. Расчет сложных электрических цепей	39
Методика решения задачи № 6. Пример расчета сложных электрических цепей	43

Задача № 1 . Цепи постоянного тока.

Цепь постоянного тока содержит несколько резисторов, соединенных смешанно. Индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3 .

Для схемы, приведенной на Рис.1 определить эквивалентное сопротивление цепи R_{AB} , токи на каждом резисторе и напряжение, на каждом сопротивлении и напряжение U_{AB} , приложенное к цепи, выполнить проверку. Определить также мощность, потребляемую всей цепью и расход электрической энергии за 8 часов работы.

Данные для своего варианта взять в *таблице 1*.

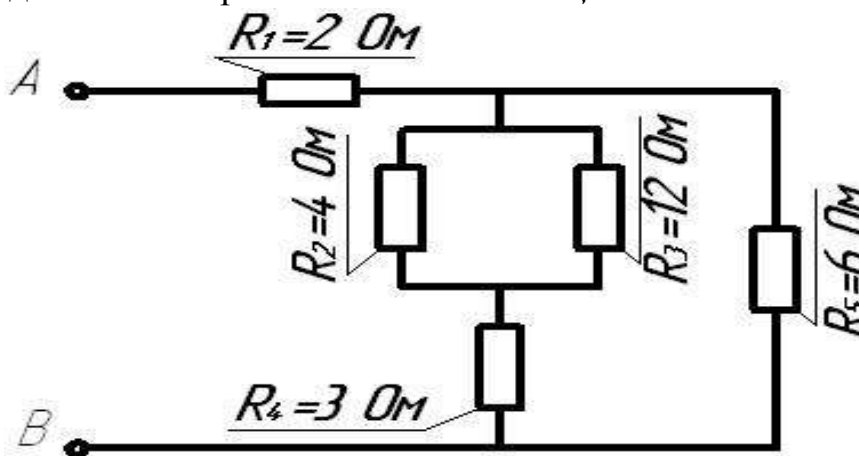


Рисунок 1.

ТАБЛИЦА 1.

Номер варианта	Задаваемая величина	Номер варианта	Задаваемая величина
1.	$U_{AB} = 100 \text{ В}$	16.	$U_{AB} = 5 \text{ В}$
2.	$I_1 = 20 \text{ А}$	17.	$I_2 = 3 \text{ А}$
3.	$U_2 = 80 \text{ В}$	18.	$U_2 = 12 \text{ В}$
4.	$I_5 = 10 \text{ А}$	19.	$U_4 = 36 \text{ В}$
5.	$U_{AB} = 50 \text{ В}$	20.	$I_4 = 12 \text{ А}$
6.	$I_2 = 3,75 \text{ А}$	21.	$U_{AB} = 200 \text{ В}$
7.	$I_4 = 5 \text{ А}$	22.	$U_3 = 60 \text{ В}$
8.	$U_3 = 30 \text{ В}$	23.	$U_2 = 120 \text{ В}$
9.	$I_3 = 1,25 \text{ А}$	24.	$U_4 = 45 \text{ В}$
10.	$U_{AB} = 80 \text{ В}$	25.	$I_2 = 10 \text{ А}$
11.	$I_3 = 1 \text{ А}$	26.	$I_3 = 3 \text{ А}$
12.	$I_1 = 20 \text{ А}$	27.	$I_5 = 5 \text{ А}$
13.	$I_5 = 5 \text{ А}$	28.	$I_1 = 6 \text{ А}$
14.	$I_1 = 12 \text{ А}$	29.	$U_2 = 40 \text{ В}$
15.	$U_5 = 60 \text{ В}$	30.	$U_{AB} = 150 \text{ В}$

Методика решения задачи № 1.

Пример решения задачи на постоянный ток со смешанным соединением резисторов. Пример 1.

Для схемы, приведенной на рис. 1.1 определить U_{AB} , I_1 , I_2 , I_3 , I_5 , U_1 , U_2 , U_3 , U_4 , U_5 ,

Дано:

$$R_1 = 5 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 15 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 10 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 10 \text{ Ом}$$

$$R_5 = 4 \text{ Ом}$$

$$I_4 = 5 \text{ А}$$

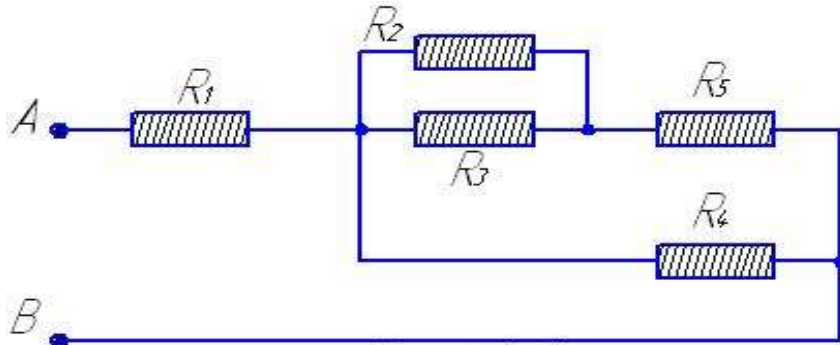


Рис. 1.1.

Решение этой задачи требует знания закона Ома, законов Кирхгофа и методики определения эквивалентного сопротивления при смешанном соединении резисторов.

Решение:

1. Определяем общее или эквивалентное сопротивление цепи между точками **A** и **B**.
- 1.1. Определяем общее сопротивление разветвления сопротивлений **R₂** и **R₃**. Резисторы соединены параллельно, поэтому будут рассчитаны по этой формуле:

$$R_{2.3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{15 \cdot 10}{15 + 10} = 6 \text{ Ом}$$

Теперь схема принимает вид 1.1 а.

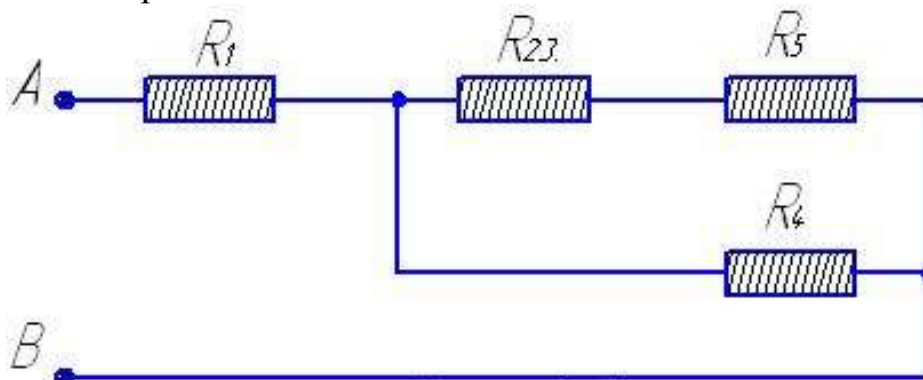


Рис. 1.1а

- 1.2. Определяем общее сопротивление **R_{2.3}** и **R₅**. Резисторы соединены последовательно, поэтому:

$$R_{2.3.5} = R_{2.3} + R_5 = 6 + 4 = 10 \text{ Ом}$$

Теперь схема принимает вид 1.1 б.

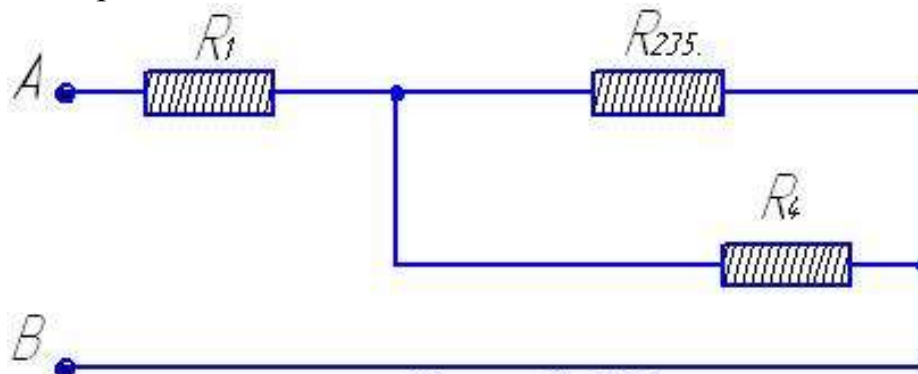


Рис. 1.1б

- 1.3. Определяем общее сопротивление между резисторами R_{235} и R_4 . Резисторы соединены параллельно, поэтому:

$$R_{2345} = \frac{R_{235} \cdot R_4}{R_{235} + R_4} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = 5 \text{ Ом}$$

Теперь схема принимает вид 1.1 в.

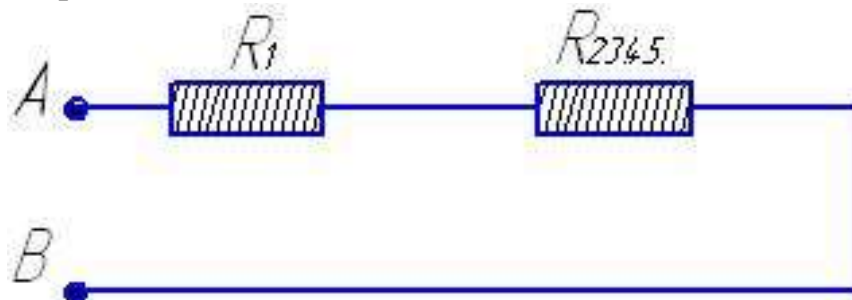
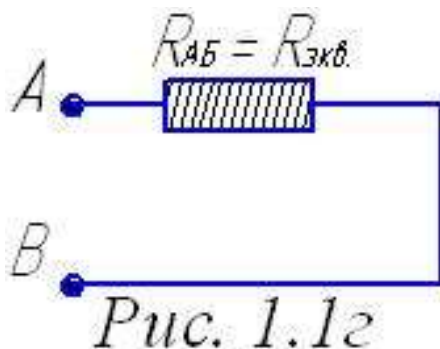


Рис. 1.1в

- 1.4. Определяем общее сопротивление между сопротивлениями R_{2345} и R_1 . Так как это последний резистор, имеющий последнее сопротивление, это будет считаться общим сопротивлением R_{AB} или $R_{ЭКВ}$. Резисторы соединены последовательно, поэтому:

$$R_{AB} = R_{ЭКВ.} = R_1 + R_{2345} = 5 + 5 = 10 \text{ Ом}$$

Теперь схема принимает вид 1.1.2.



2. Зная силу тока I_4 , находим напряжение на резисторе R_4 .

$$U_4 = I_4 \cdot R_4 = 5 \cdot 10 = 50 \text{ В}$$

3. Это же самое напряжение действует на резисторах R_{23} и R_5 , на основании закона Кирхгофа. Поэтому $U_{235} = 50 \text{ В}$. И поэтому ток I_5 в резисторе:

$$I_5 = \frac{U_4}{R_{23} + R_5} = \frac{50}{6 + 4} = 5 \text{ А}$$

4. На основании закона Ома, напряжение на резисторе R_5 :

$$U_5 = I_5 \cdot R_5 = 5 \cdot 4 = 20 \text{ В}$$

5. Напряжение на резисторах R_{23} :

$$U_{23} = U_4 - U_5 = 50 - 20 = 30 \text{ В}$$

$$U_{23} = U_2 = U_3 = 30 \text{ В}$$

6. Так как сопротивления R_2 и R_3 соединены параллельно, а значит находится под одним и тем напряжением:

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{30}{10} = 3 \text{ А} \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{30}{15} = 2 \text{ А}$$

7. По первому закону Кирхгофа ток в резисторе R_1 :

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4 = 2 + 3 + 5 = 10 \text{ А}$$

8. На основании закона Кирхгофа этот же ток будет являться общим током всей цепи:

$$I_{\text{общ}} = I_1 = 10 \text{ А}$$

9. Найдем напряжение U_{AB} , зная общий ток цепи:

$$U_{AB} = I_{\text{общ}} \cdot R_{\text{экв.}} = 10 \cdot 10 = 100 \text{ В}$$

10. Для проверки правильности решения, составим баланс мощностей:

$$P_{\text{общ.}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

$$I_{\text{общ}} \cdot U_{AB} = I_1 \cdot U_1 + I_2 \cdot U_2 + I_3 \cdot U_3 + I_4 \cdot U_4 + I_5 \cdot U_5$$

$$10 \cdot 100 = 10 \cdot 50 + 2 \cdot 30 + 3 \cdot 30 + 5 \cdot 50 + 5 \cdot 20$$

$$1000 \text{ Вт} = 1000 \text{ Вт}$$

ЗАДАЧА РЕШЕНА ВЕРНО!!!

11. Энергия расходуемая цепью за 8 часов (время берется в секундах):

$$t = 8 \text{ час} = 28800 \text{ сек}$$

$$W = U_{AB} \cdot I \cdot t = 100 \cdot 10 \cdot 28800 = 28\,800\,000 \text{ Дж} = 28,8 \cdot 10^6 \text{ Дж} \\ = 28,8 \text{ МДж}$$

Задача № 2 . Цепи переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью

Цепь переменного тока содержит различные элементы (резисторы, катушки индуктивности, конденсаторы емкости) включенные последовательно. Схема приведена на соответствующем рисунке.

Определить следующие величины:

1. Полное сопротивление цепи Z ;
2. Напряжение U , приведенное к цепи;
3. Ток всей цепи I ;
4. Угол сдвига фаз φ ;
5. Активную P , реактивную Q и полную S мощности цепи;
6. Напряжение на каждом сопротивлении U_R , U_L , U_C ;
7. Построить векторную диаграмму цепи.

Данные для своего варианта взять в таблице 2.

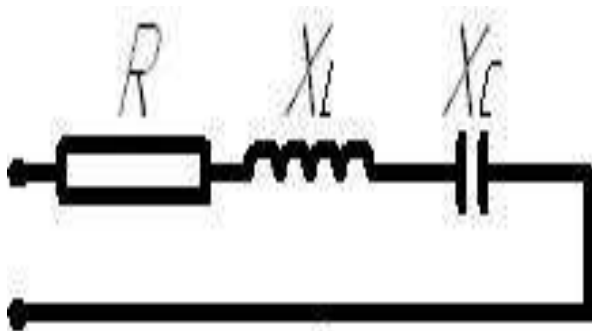


рис. 2

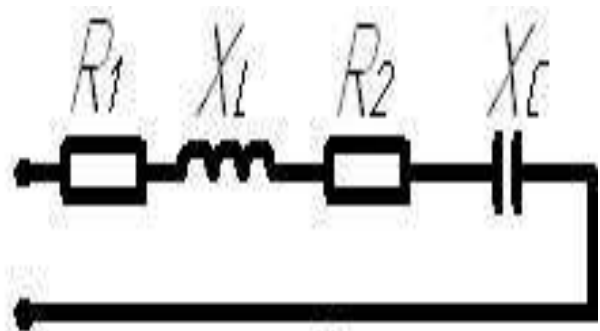


рис. 3

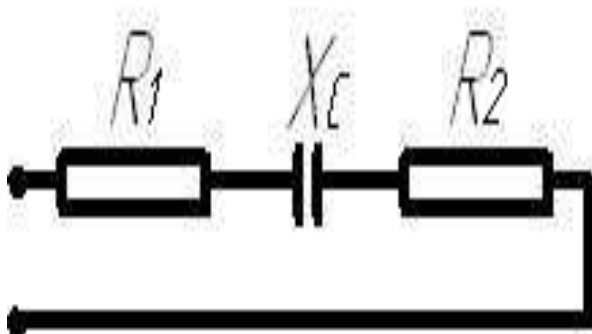


рис. 4

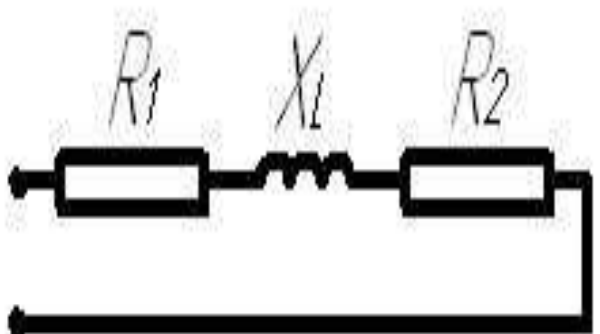


рис. 5

ТАБЛИЦА 2.

№ варианта	№ рисунка	R_1 Ом	R_2 Ом	X_{L1} Ом	X_{L2} Ом	X_{C1} Ом	X_{C2} Ом	Дополнительный параметр
1.	2	4	-	6	-	3	-	$Q_{L1}=150$ Вар
2.	3	6	2	3	-	9	-	$U = 40$ В
3.	4	10	6	-	-	12	-	$I = 5$ А
4.	5	6	2	6	-	-	-	$P_{R1}=150$ Вт
5.	2	3	-	2	-	6	-	$U = 50$ В
6.	3	4	4	4	-	10	-	$I = 4$ А
7.	4	4	2	-	-	8	-	$U_{R1}=20$ В
8.	5	8	4	16	-	-	-	$I = 10$ А
9.	2	6	-	10	-	2	-	$I = 5$ А
10.	3	4	2	12	-	4	-	$P = 24$ Вт
11.	4	5	3	-	-	6	-	$S = 250$ ВА
12.	5	3	1	3	-	-	-	$Q_{L1}=80$ Вар
13.	2	8	-	4	-	10	-	$P = 800$ Вт
14.	3	3	3	2	-	10	-	$Q_{C1}=-160$ Вар
15.	4	2	2	-	-	3	-	$P = 100$ Вт
16.	5	4	4	6	-	-	-	$I = 2$ А
17.	2	12	-	18	-	2	-	$S = 500$ ВА
18.	3	8	4	20	-	4	-	$Q_{L1}=500$ Вар
19.	4	2	1	-	-	4	-	$Q_{C1}=-100$ Вар
20.	5	10	6	12	-	-	-	$U = 100$ В
21.	4	2	6	-	-	6	-	$U = 200$ В
22.	3	10	2	30	-	14	-	$P_{R1}=1000$ Вт
23.	4	8	4	-	-	16	-	$P_{R2}=2500$ Вт
24.	5	8	8	12	-	-	-	$S = 1000$ ВА
25.	2	4	-	6	-	3	-	$Q_{L1}=150$ Вар
26.	3	6	2	3	-	9	-	$U = 40$ В
27.	4	10	6	-	-	12	-	$I = 5$ А
28.	5	6	2	6	-	-	-	$P_{R1}=150$ Вт
29.	2	3	-	2	-	6	-	$U = 50$ В
30.	3	4	4	4	-	10	-	$I = 4$ А

Методика решения задачи № 2.

**Пример решения задачи на переменный ток, при последовательном соединении резистора, катушки индуктивности и конденсатора (емкости).
Пример построения векторной диаграммы для данной задачи.**

Данные для задачи: последовательно соединены резистор с активным сопротивлением $R_1=6 \text{ Ом}$, с катушкой индуктивное сопротивление к – го $X_L=10 \text{ Ом}$. Последовательно с катушкой включены активное сопротивление $R_2=2 \text{ Ом}$ и конденсатор с емкостным сопротивлением $X_C=4 \text{ Ом}$ (рис. 1.2). К цепи приложено напряжение $U=50\text{В}$ (действующее значение). *Определить полное сопротивление цепи Z ; Напряжение U , приведенное к цепи; Ток всей цепи I ; Угол сдвига фаз φ (по величине и знаку); Активную P , реактивную Q и полную S мощности цепи; Напряжение на каждом сопротивлении U_R, U_L, U_C ; Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.*

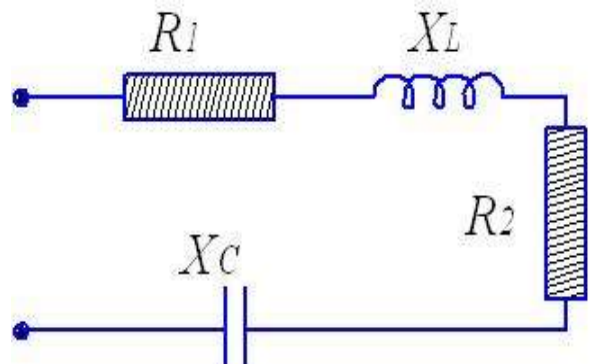


Рис. 1.2.

1. Определяем полное сопротивление цепи: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

Так как к цепи приложено 2 активных сопротивления, то формула преобразуется:

$$Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(6 + 2)^2 + (10 - 4)^2} = \sqrt{64 + 36} = \sqrt{100} = 10 \text{ Ом}$$

2. Находим действующее значение тока в цепи на основании закона Ома

$$I = \frac{U}{R} \rightarrow I = \frac{U}{Z} = \frac{50}{10} = 5 \text{ А}$$

3. Определяем коэффициент мощности:

$$\cos \varphi = \frac{R_1 + R_2}{Z} = \frac{6 + 2}{10} = 0,8$$

4. По таблице 2.3, приведенной ниже, находим угол $\varphi = 36^\circ 50'$.

Проверим знак угла по синусу:

$$\sin \varphi = \frac{X_L - X_C}{Z} = \frac{10 - 4}{10} = 0,6$$

Т.е. угол φ - положительный (отсчет против часовой стрелки)

Так же можно найти угол φ с помощью инженерного калькулятора, пользуясь тригонометрической функцией $\cos^{-1}$ или $\sin^{-1}$.

5. Находим активную мощность цепи.

$$P = I^2 \cdot (R_1 + R_2) = 5^2 \cdot (6 + 2) = 200 \text{ Вт}$$

Или

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 50 \cdot 5 \cdot 0,8 = 200 \text{ Вт}$$

6. Определяем реактивную мощность цепи.

$$Q = I^2 \cdot (X_L - X_C) = 5^2 \cdot (10 - 4) = 150 \text{ ВАР}$$

Или

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = 50 \cdot 5 \cdot 0,6 = 150 \text{ ВАР}$$

7. Полная мощность цепи.

$$S = U \cdot I = 50 \cdot 5 = 250 \text{ В} \cdot \text{А}$$

Или

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{200^2 + 150^2} = \sqrt{62500} = 250 \text{ В} \cdot \text{А}$$

8. Определяем падения напряжения на всех сопротивлениях цепи.

$$U_{R1} = I \cdot R_1 = 5 \cdot 6 = 30 \text{ В}$$

$$U_{R2} = I \cdot R_2 = 5 \cdot 2 = 10 \text{ В}$$

$$U_L = I \cdot X_L = 5 \cdot 10 = 50 \text{ В}$$

$$U_C = I \cdot X_C = 5 \cdot 4 = 20 \text{ В}$$

9. Построение векторной диаграммы.

Построение начинаем с выбора масштаба тока и напряжения:

9.1. Выбираем масштаб:

$$M_I: 1 \text{ см} = 1 \text{ А}$$

$$M_U: 1 \text{ см} = 10 \text{ В}$$

Построение начинаем с базового вектора – вектора тока, который откладывается горизонтально для удобного построения в масштабе $\frac{I}{M_I} = \frac{5 \text{ А}}{1 \text{ А/см}} = 5 \text{ см}$.

Вдоль вектора тока в сторону направления откладываем вектор первого падения напряжения включенный в цепь, вектор (U_{R1}), который равен $\frac{U_{R1}}{M_U} = \frac{30 \text{ В}}{10 \text{ В/см}} = 3 \text{ см}$.

Следующий откладываем вектор индуктивного напряжения (U_L), т.к. следующая последовательно после резистора соединена катушка индуктивности. Из конца вектора U_{R1} откладываем в сторону опережения вектора тока на 90° вектор падения напряжения на индуктивном сопротивлении, длиной $\frac{U_L}{M_U} = \frac{50 \text{ В}}{10 \text{ В/см}} = 5 \text{ см}$.

Следующий откладываем вектор падения напряжения на втором активном сопротивлении. Аналогично первому, откладываем вдоль направления вектора тока, только начиная с конца вектора U_L , длиной $\frac{U_{R2}}{M_U} = \frac{10 \text{ В}}{10 \text{ В/см}} = 1 \text{ см}$.

Последний вектор, откладывается вектор падения напряжения на емкостном сопротивлении, т.к. конденсатор емкостного сопротивления последний включенный последовательно в цепи. Из конца вектора U_{R2} откладываем в сторону отставания от вектора тока на 90° вектор падения напряжения на конденсаторе U_C , длиной

$\frac{U_C}{M_U} = \frac{20 \text{ В}}{10 \text{ В/см}} = 2 \text{ см}$. Геометрическая сумма векторов $U_{R1} + U_{R2} + U_L + U_C = U_{\text{общ}}$ равна полному напряжению, приложенному к сети.

Для проверки используем векторную диаграмму. Для того чтобы удостовериться что задача решена правильно и диаграмма построена точно, нужно измерить получившийся вектор общего напряжения, который должен быть равен 50 В.

Для этого измерим линейкой вектор в сантиметрах, полученный результат умножим на масштабный коэффициент:

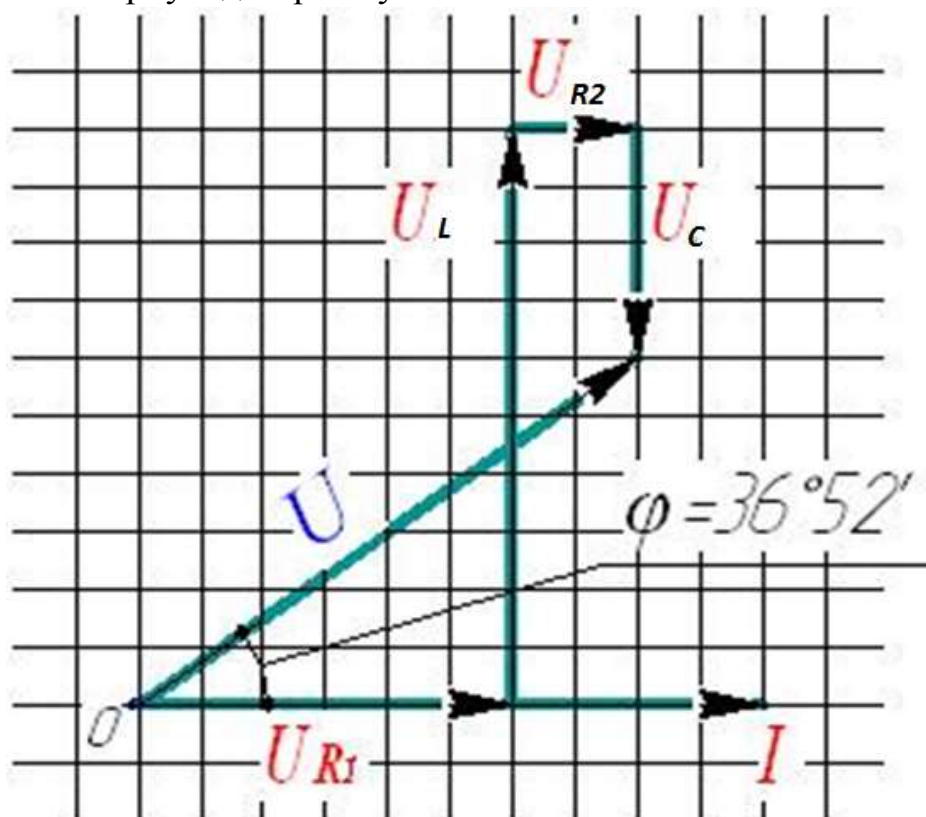
$$U = 5 \text{ см}$$

$$U = M_U \cdot 5 \text{ см} = 10 \frac{\text{В}}{\text{см}} \cdot 5 \text{ см} = 50 \text{ В}$$

$$U_{\text{данное}} = U_{\text{измер.}}$$

$$50 \text{ В} = 50 \text{ В}.$$

Строим векторную диаграмму:



(1 клетка = 0,5 см)

ТАБЛИЦА 2.3.

6. Натуральные тригонометрические функции через каждые 10'

Угол	sin	cos	tg	ctg		Угол	sin	cos	tg	ctg	
0° 0'	0,000	1,000	0,000	∞	90° 0'	4° 0'	0,070	0,998	0,070	14,301	86° 0'
10	0,003	1,000	0,003	343,774	50	10	0,073	0,997	0,073	13,727	50
20	0,006	1,000	0,006	171,885	40	20	0,076	0,997	0,076	13,197	40
30	0,009	1,000	0,009	114,589	30	30	0,078	0,997	0,079	12,706	30
40	0,012	1,000	0,012	85,940	20	40	0,081	0,997	0,082	12,251	20
50	0,015	1,000	0,015	68,750	10	50	0,084	0,996	0,085	11,826	10
1° 0'	0,017	1,000	0,017	57,290	89° 0'	5° 0'	0,087	0,996	0,087	11,430	85° 0'
10	0,020	1,000	0,020	49,104	50	10	0,090	0,996	0,090	11,059	50
20	0,023	1,000	0,023	42,964	40	20	0,093	0,996	0,093	10,712	40
30	0,026	1,000	0,026	38,188	30	30	0,096	0,995	0,096	10,385	30
40	0,029	1,000	0,029	34,368	20	40	0,099	0,995	0,099	10,078	20
50	0,032	0,999	0,032	31,242	10	50	0,102	0,995	0,102	9,788	10
2° 0'	0,035	0,999	0,035	28,636	88° 0'	6° 0'	0,105	0,995	0,105	9,514	84° 0'
10	0,038	0,999	0,038	26,432	50	10	0,107	0,994	0,103	9,255	50
20	0,041	0,999	0,041	24,542	40	20	0,110	0,994	0,111	9,010	40
30	0,044	0,999	0,044	22,904	30	30	0,113	0,994	0,114	8,777	30
40	0,047	0,999	0,047	21,470	20	40	0,116	0,993	0,117	8,556	20
50	0,049	0,999	0,049	20,210	10	50	0,119	0,993	0,120	8,345	10
3° 0'	0,052	0,999	0,052	19,081	87° 0'	7° 0'	0,122	0,993	0,123	8,144	83° 0'
10	0,055	0,998	0,055	18,075	50	10	0,125	0,992	0,126	7,953	50
20	0,058	0,998	0,058	17,169	40	20	0,128	0,992	0,129	7,770	40
30	0,061	0,998	0,061	16,350	30	30	0,131	0,991	0,132	7,596	30
40	0,064	0,998	0,064	15,605	20	40	0,133	0,991	0,135	7,429	20
50	0,067	0,998	0,067	14,924	10	50	0,136	0,991	0,138	7,269	10
4° 0'	0,070	0,998	0,070	14,301	86° 0'	8° 0'	0,139	0,990	0,141	7,115	82° 0'
	cos	sin	ctg	tg	Угол		cos	sin	ctg	tg	Угол

6. Натуральные тригонометрические функции

Продолжение

Угол	sin	cos	tg	ctg		Угол	sin	cos	tg	ctg	
8° 0'	0,139	0,990	0,141	7,115	82° 0'	12° 0'	0,208	0,978	0,213	4,705	78° 0'
10	0,142	0,990	0,144	6,968	50	10	0,211	0,978	0,216	4,638	50
20	0,145	0,989	0,146	6,827	40	20	0,214	0,977	0,219	4,574	40
30	0,148	0,989	0,149	6,691	30	30	0,216	0,976	0,222	4,511	30
40	0,151	0,989	0,152	6,561	20	40	0,219	0,976	0,225	4,449	20
50	0,154	0,988	0,155	6,435	10	50	0,222	0,975	0,228	4,390	10
9° 0'	0,156	0,988	0,158	6,314	81° 0'	13° 0'	0,225	0,974	0,231	4,331	77° 0'
10	0,159	0,987	0,161	6,197	50	10	0,228	0,974	0,234	4,275	50
20	0,162	0,987	0,164	6,084	40	20	0,231	0,973	0,237	4,219	40
30	0,165	0,986	0,167	5,976	30	30	0,233	0,972	0,240	4,165	30
40	0,168	0,986	0,170	5,871	20	40	0,236	0,972	0,243	4,113	20
50	0,171	0,985	0,173	5,769	10	50	0,239	0,971	0,246	4,061	10
10° 0'	0,174	0,985	0,176	5,671	80° 0'	14° 0'	0,242	0,970	0,249	4,011	76° 0'
10	0,177	0,984	0,179	5,576	50	10	0,245	0,970	0,252	3,962	50
20	0,179	0,984	0,182	5,485	40	20	0,248	0,969	0,256	3,914	40
30	0,182	0,983	0,185	5,396	30	30	0,250	0,968	0,259	3,867	30
40	0,185	0,983	0,188	5,309	20	40	0,253	0,967	0,262	3,821	20
50	0,188	0,982	0,191	5,226	10	50	0,256	0,967	0,265	3,776	10
11° 0'	0,191	0,982	0,194	5,144	79° 0'	15° 0'	0,259	0,966	0,268	3,732	75° 0'
10	0,194	0,981	0,197	5,066	50	10	0,262	0,965	0,271	3,689	50
20	0,197	0,981	0,200	4,989	40	20	0,264	0,964	0,274	3,647	40
30	0,199	0,980	0,203	4,915	30	30	0,267	0,964	0,277	3,606	30
40	0,202	0,979	0,206	4,843	20	40	0,270	0,963	0,280	3,566	20
50	0,205	0,979	0,210	4,773	10	50	0,273	0,962	0,284	3,526	10
12° 0'	0,208	0,978	0,213	4,705	78° 0'	16° 0'	0,276	0,961	0,287	3,487	74° 0'
	cos	sin	ctg	tg	Угол		cos	sin	ctg	tg	Угол

6. Натуральные тригонометрические функции

Продолжение

Угол	sin	cos	tg	ctg		Угол	sin	cos	tg	ctg	Угол
16° 0'	0,276	0,961	0,287	3,487	74° 0'	20° 0'	0,342	0,940	0,364	2,747	70° 0'
10	0,278	0,960	0,290	3,450	50	10	0,345	0,939	0,367	2,723	50
20	0,281	0,960	0,293	3,412	40	20	0,347	0,938	0,371	2,699	40
30	0,284	0,959	0,296	3,376	30	30	0,350	0,937	0,374	2,675	30
40	0,287	0,958	0,299	3,340	20	40	0,353	0,936	0,377	2,651	20
50	0,290	0,957	0,303	3,305	10	50	0,356	0,935	0,381	2,628	10
17° 0'	0,292	0,956	0,306	3,271	73° 0'	21° 0'	0,358	0,934	0,384	2,605	69° 0'
10	0,295	0,955	0,309	3,237	50	10	0,361	0,933	0,387	2,583	50
20	0,298	0,955	0,312	3,204	40	20	0,364	0,931	0,391	2,560	40
30	0,301	0,954	0,315	3,172	30	30	0,367	0,930	0,394	2,539	30
40	0,303	0,953	0,319	3,140	20	40	0,369	0,929	0,397	2,517	20
50	0,306	0,952	0,322	3,108	10	50	0,372	0,928	0,401	2,496	10
18° 0'	0,309	0,951	0,325	3,078	72° 0'	22° 0'	0,375	0,927	0,404	2,475	68° 0'
10	0,312	0,950	0,328	3,047	50	10	0,377	0,926	0,407	2,455	50
20	0,315	0,949	0,331	3,018	40	20	0,380	0,925	0,411	2,434	40
30	0,317	0,948	0,335	2,989	30	30	0,383	0,924	0,414	2,414	30
40	0,320	0,947	0,338	2,960	20	40	0,385	0,923	0,418	2,394	20
50	0,323	0,946	0,341	2,932	10	50	0,388	0,922	0,421	2,375	10
19° 0'	0,326	0,946	0,344	2,904	71° 0'	23° 0'	0,391	0,921	0,424	2,356	67° 0'
10	0,328	0,945	0,348	2,877	50	10	0,393	0,919	0,428	2,337	50
20	0,331	0,944	0,351	2,850	40	20	0,396	0,918	0,431	2,318	40
30	0,334	0,943	0,354	2,824	30	30	0,399	0,917	0,435	2,300	30
40	0,337	0,942	0,357	2,798	20	40	0,401	0,916	0,438	2,282	20
50	0,339	0,941	0,361	2,773	10	50	0,404	0,915	0,442	2,264	10
20° 0'	0,342	0,940	0,364	2,747	70° 0'	24° 0'	0,407	0,914	0,445	2,246	66° 0'
	cos	sin	ctg	tg	Угол		cos	sin	ctg	tg	Угол

6. Натуральные тригонометрические функции

Продолжение

Угол	sin	cos	tg	ctg		Угол	sin	cos	tg	ctg	
24° 0'	0,407	0,914	0,445	2,246	66° 0'	28° 0'	0,469	0,883	0,532	1,881	62° 0'
10	0,409	0,912	0,449	2,229	50	10	0,472	0,882	0,535	1,868	50
20	0,412	0,911	0,452	2,211	40	20	0,475	0,880	0,539	1,855	40
30	0,415	0,910	0,456	2,194	30	30	0,477	0,879	0,543	1,842	30
40	0,417	0,909	0,459	2,177	20	40	0,480	0,877	0,547	1,829	20
50	0,420	0,908	0,463	2,161	10	50	0,482	0,876	0,551	1,816	10
25° 0'	0,423	0,906	0,466	2,145	65° 0'	29° 0'	0,485	0,875	0,554	1,804	61° 0'
10	0,425	0,905	0,470	2,128	50	10	0,487	0,873	0,558	1,792	50
20	0,428	0,904	0,473	2,112	40	20	0,490	0,872	0,562	1,780	40
30	0,431	0,903	0,477	2,097	30	30	0,492	0,870	0,566	1,767	30
40	0,433	0,901	0,481	2,081	20	40	0,495	0,869	0,570	1,756	20
50	0,436	0,900	0,484	2,066	10	50	0,497	0,867	0,573	1,744	10
26° 0'	0,438	0,899	0,488	2,050	64° 0'	30° 0'	0,500	0,866	0,577	1,732	60° 0'
10	0,441	0,898	0,491	2,035	50	10	0,503	0,865	0,581	1,720	50
20	0,444	0,896	0,495	2,020	40	20	0,505	0,863	0,585	1,709	40
30	0,446	0,895	0,499	2,006	30	30	0,508	0,862	0,589	1,698	30
40	0,449	0,894	0,502	1,991	20	40	0,510	0,860	0,593	1,686	20
50	0,451	0,892	0,506	1,977	10	50	0,513	0,859	0,597	1,675	10
27° 0'	0,454	0,891	0,510	1,963	63° 0'	31° 0'	0,515	0,857	0,601	1,664	59° 0'
10	0,457	0,890	0,513	1,945	50	10	0,518	0,856	0,605	1,653	50
20	0,459	0,888	0,517	1,935	40	20	0,520	0,854	0,609	1,643	40
30	0,462	0,887	0,521	1,921	30	30	0,522	0,853	0,613	1,632	30
40	0,464	0,886	0,524	1,907	20	40	0,525	0,851	0,617	1,621	20
50	0,467	0,884	0,528	1,894	10	50	0,527	0,850	0,621	1,611	10
28° 0'	0,469	0,883	0,532	1,881	62° 0'	32° 0'	0,530	0,848	0,625	1,600	58° 0'
	cos	sin	ctg	tg	Угол		cos	sin	ctg	tg	Угол

6. Натуральные тригонометрические функции

Продолжение

Угол	sin	cos	tg	ctg		Угол	sin	cos	tg	ctg	
32° 0'	0,530	0,848	0,625	1,600	58° 0'	36° 0'	0,588	0,809	0,727	1,376	54° 0'
10	0,532	0,847	0,629	1,590	50	10	0,590	0,807	0,731	1,368	50
20	0,535	0,845	0,633	1,580	40	20	0,592	0,806	0,735	1,360	40
30	0,537	0,843	0,637	1,570	30	30	0,595	0,804	0,740	1,351	30
40	0,540	0,842	0,641	1,560	20	40	0,597	0,802	0,744	1,343	20
50	0,542	0,840	0,645	1,550	10	50	0,599	0,800	0,749	1,335	10
33° 0'	0,545	0,839	0,649	1,540	57° 0'	37° 0'	0,602	0,799	0,754	1,327	53° 0'
10	0,547	0,837	0,654	1,530	50	10	0,604	0,797	0,758	1,319	50
20	0,550	0,835	0,658	1,520	40	20	0,606	0,795	0,763	1,311	40
30	0,552	0,834	0,662	1,511	30	30	0,609	0,793	0,767	1,303	30
40	0,554	0,832	0,666	1,501	20	40	0,611	0,792	0,772	1,295	20
50	0,557	0,831	0,670	1,492	10	50	0,613	0,790	0,777	1,288	10
34° 0'	0,559	0,829	0,675	1,483	56° 0'	38° 0'	0,616	0,788	0,781	1,280	52° 0'
10	0,562	0,827	0,679	1,473	50	10	0,618	0,786	0,786	1,272	50
20	0,564	0,826	0,683	1,464	40	20	0,620	0,784	0,791	1,265	40
30	0,566	0,824	0,687	1,455	30	30	0,623	0,783	0,795	1,257	30
40	0,569	0,822	0,692	1,446	20	40	0,625	0,781	0,800	1,250	20
50	0,571	0,821	0,696	1,437	10	50	0,627	0,779	0,805	1,242	10
35° 0'	0,574	0,819	0,700	1,428	55° 0'	39° 0'	0,629	0,777	0,810	1,235	51° 0'
10	0,576	0,817	0,705	1,419	50	10	0,632	0,775	0,815	1,228	50
20	0,578	0,816	0,709	1,411	40	20	0,634	0,773	0,819	1,220	40
30	0,581	0,814	0,713	1,402	30	30	0,636	0,772	0,824	1,213	30
40	0,583	0,812	0,718	1,393	20	40	0,638	0,770	0,829	1,206	20
50	0,585	0,811	0,722	1,385	10	50	0,641	0,768	0,834	1,199	10
36° 0'	0,588	0,809	0,727	1,376	54° 0'	40° 0'	0,643	0,766	0,839	1,192	50° 0'
	cos	sin	ctg	tg	Угол		cos	sin	ctg	tg	Угол

6. Натуральные тригонометрические функции

Продолжение

Угол	sin	cos	tg	ctg		Угол	sin	cos	tg	ctg	
40° 0'	0,643	0,766	0,839	1,192	50° 0'	43° 0'	0,682	0,731	0,933	1,072	47° 0'
10	0,645	0,764	0,844	1,185	50	10	0,684	0,729	0,938	1,066	50
20	0,647	0,762	0,849	1,178	40	20	0,686	0,727	0,943	1,060	40
30	0,649	0,760	0,854	1,171	30	30	0,688	0,725	0,949	1,054	30
40	0,652	0,759	0,859	1,164	20	40	0,690	0,723	0,955	1,048	20
50	0,654	0,757	0,864	1,157	10	50	0,693	0,721	0,960	1,042	10
41° 0'	0,656	0,755	0,869	1,151	49° 0'	44° 0'	0,695	0,719	0,966	1,036	46° 0'
10	0,658	0,753	0,874	1,144	50	10	0,697	0,717	0,971	1,030	50
20	0,660	0,750	0,880	1,137	40	20	0,699	0,715	0,977	1,024	40
30	0,663	0,749	0,885	1,130	30	30	0,701	0,713	0,983	1,018	30
40	0,665	0,747	0,890	1,124	20	40	0,703	0,711	0,988	1,012	20
50	0,667	0,745	0,895	1,117	10	50	0,705	0,709	0,994	1,009	10
42° 0'	0,669	0,743	0,900	1,111	48° 0'	45° 0'	0,707	0,707	1,000	1,000	45° 0'
10	0,671	0,741	0,906	1,104	50						
20	0,673	0,739	0,911	1,098	40						
30	0,676	0,737	0,916	1,091	30						
40	0,678	0,735	0,922	1,085	20						
50	0,680	0,733	0,927	1,079	10						
43° 0'	0,682	0,731	0,933	1,073	47° 0'						
	cos	sin	ctg	tg	Угол		cos	sin	ctg	tg	Угол

Задача № 3. Трехфазные цепи при соединении звездой с нулевым проводом.

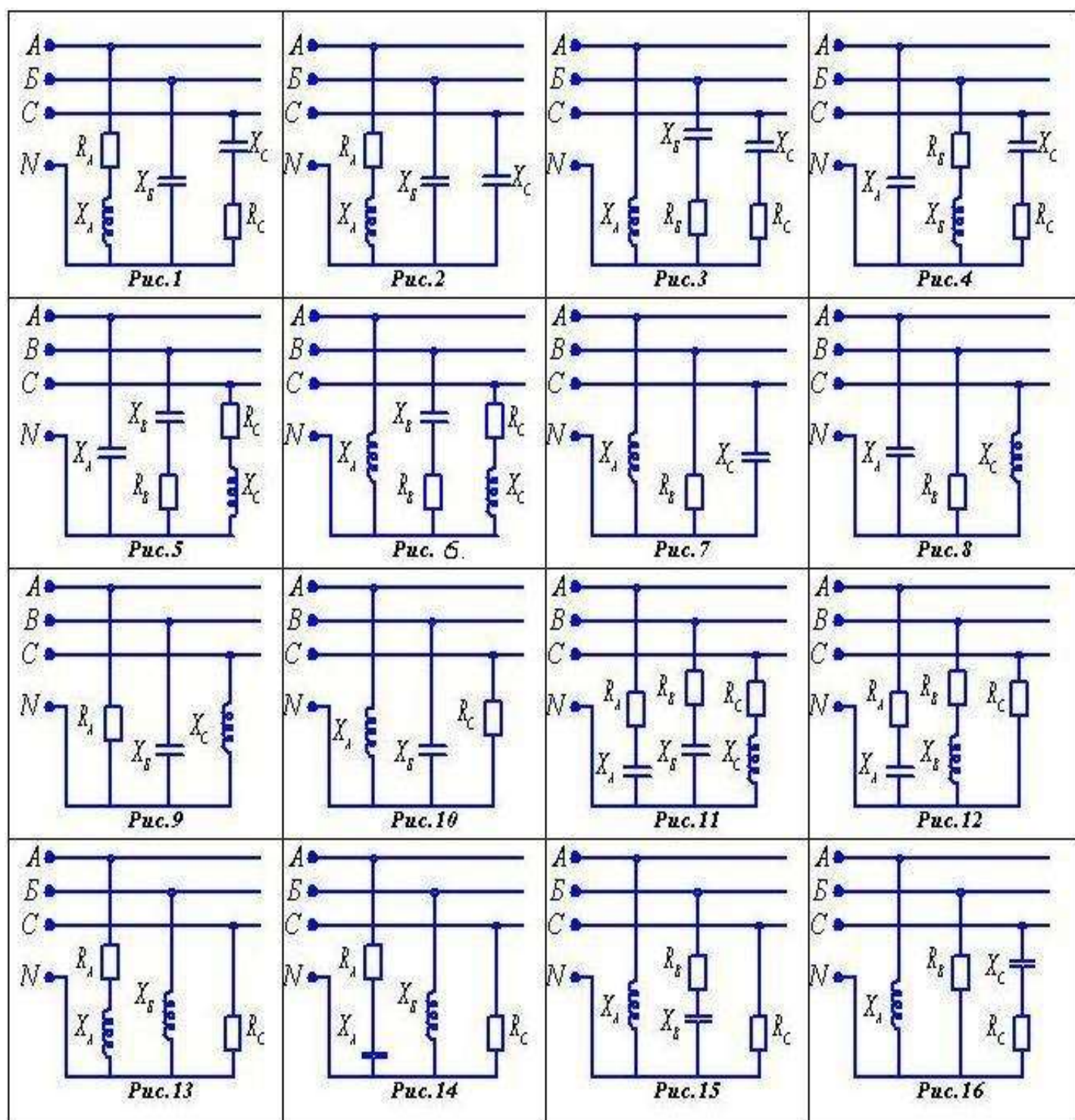
В трехфазную четырехпроводную цепь с линейным напряжением (U_L), включили звездой разные по характеру сопротивления. Определить линейные токи и начертить в масштабе векторную диаграмму, по векторной диаграмме определить числовое значение тока в нулевом проводе.

Данные для своего варианта взять в *таблице 3*.

Таблица 3

Номер вариан та	Номер рисунок а	R_A (Ом)	R_B (Ом)	R_C (Ом)	X_A (Ом)	X_B (Ом)	X_C (Ом)	U_L (В)
1.	10	-	-	4	5	10	-	34,60
2.	9	6	-	-	-	10	15	51,90
3.	8	-	6	-	8	-	10	69,20
4.	7	-	5	-	25	-	10	86,50
5.	2	6	-	-	8	12	10	103,8
6.	3	-	3	8	7	4	6	121,1
7.	4	-	8	3	10	6	4	138,4
8.	5	-	6	4	9	8	3	155,7
9.	15	-	16	25	20	12	-	173,0
10.	16	-	10	12	12	-	16	207,6
11.	14	4	-	10	3	11	-	190,3
12.	13	8	-	15	6	30	-	259,5
13.	1	6	-	8	8	13	6	224,9
14.	5	-	16	16	19	12	12	657,4
15.	12	20	16	18	22,36	12	-	311,4
16.	11	3	4	3	4	3	4	380,6
17.	11	8	8	6	6	6	8	380,6
18.	1	16	-	12	12	20	16	346,0
19.	2	6	-	-	8	30	21	363,3
20.	3	-	4	4	10	3	3	397,9
21.	3	-	8	8	10	6	6	415,2
22.	4	-	3	3	5	4	4	432,5
23.	16	-	13	6	26	-	8	450,0
24.	7	-	15	-	30	-	60	519,0
25.	9	50	-	-	-	25	20	865,0
26.	6	-	16	16	19	12	12	951,5
27.	2	6	-	-	8	12	10	519,0
28.	6	-	6	4	9	8	3	692,0
29.	1	6	-	8	8	13	6	1730
30.	4	-	8	3	10	6	4	1557

Продолжение к таблице 3.



Методика решения задачи № 3.

Пример решения задачи на трехфазные цепи при соединении звездой с нулевым проводом. Пример построения векторной диаграммы для данной задачи.

Дано: В трехфазную четырехпроводную цепь с линейным напряжением (U_L), включили звездой разные по характеру сопротивления.

Определить линейные токи и начертить в масштабе векторную диаграмму, по векторной диаграмме определить числовое значение тока в нулевом проводе.

Решение:

В трехфазную четырехпроводную сеть включили несимметричную нагрузку: в фазу А – конденсатор с емкостным сопротивлением $X_A = 10 \text{ Ом}$; в фазу В – активное $R_B = 8 \text{ Ом}$ и индуктивное сопротивление $X_B = 6 \text{ Ом}$; в фазу С – активное сопротивление $R_C = 5 \text{ Ом}$. Линейное напряжение сети $U_L = 380 \text{ В}$.

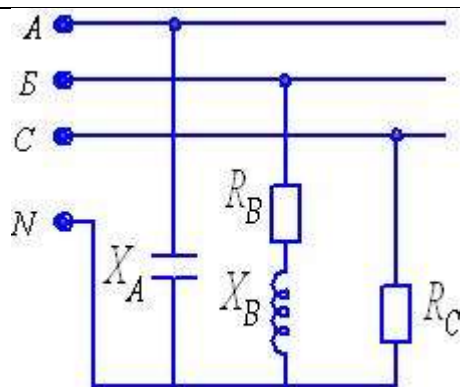


Рис. 1.3

1. Определяем фазные напряжения. Т.к. трехфазная цепь соединена звездой то фазное напряжение:

$$U_{\phi} = U_A = U_B = U_C = \frac{U_L}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} \approx 220 \text{ В}$$

2. Определяем полное сопротивление каждой фазы, используя формулу для нахождения полного сопротивления цепи в последовательном

соединении: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$, преобразуя ее для каждой фазы.

Для фазы А преобразуется:

$$Z_A = \sqrt{R_A^2 + X_A^2} = \sqrt{0^2 + X_A^2} = \sqrt{X_A^2} = X_A = 10 \text{ Ом}$$

Для фазы В преобразуется:

$$Z_B = \sqrt{R_B^2 + X_B^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = \sqrt{100} = 10 \text{ Ом}$$

Для фазы С преобразуется:

$$Z_C = \sqrt{R_C^2 + X_C^2} = \sqrt{R_C^2 + 0^2} = \sqrt{R_C^2} = R_C = 5 \text{ Ом}$$

3. Определяем фазные токи, основываясь на закон Ома:

$$I_A = \frac{U_A}{Z_A} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А}$$

$$I_B = \frac{U_B}{Z_B} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А}$$

$$I_C = \frac{U_C}{Z_C} = \frac{220}{5} = 44 \text{ A}$$

4. Определяем углы сдвига между токами и напряжениями в фазах. Что бы точно определить угол в градусах пользуемся **таблицей 2.3** или можем найти этот угол с помощью инженерного калькулятора:

$$\cos \varphi_A = \frac{R_A}{Z_A} = \frac{0}{10} = 0$$

$$\varphi_A = 90^\circ$$

$$\cos \varphi_B = \frac{R_B}{Z_B} = \frac{8}{10} = 0,8$$

$$\varphi_B = 36^\circ 50'$$

$$\cos \varphi_C = \frac{R_C}{Z_C} = \frac{5}{5} = 1$$

$$\varphi_C = 0^\circ$$

5. Построение векторной диаграммы. Построение начинается с выбора масштаба для тока и фазного напряжения.

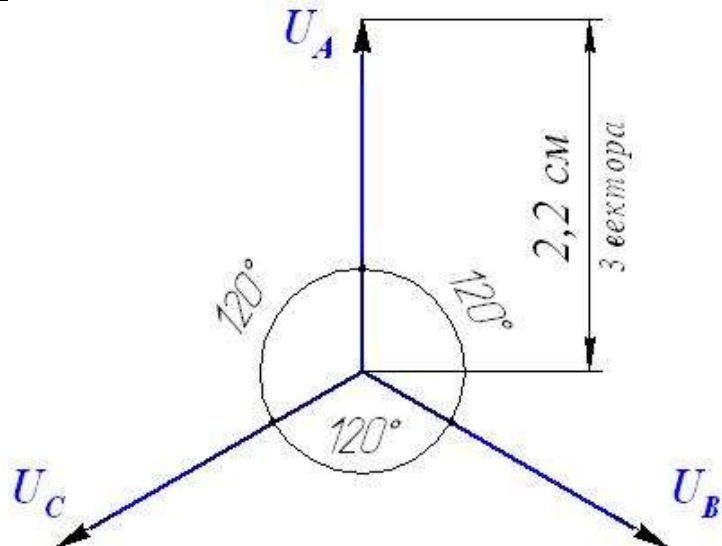
5.1. Выбираем масштабы по току и фазному напряжению:

$$M_I: 1\text{см} = 10 \text{ A}$$

$$M_{U_\phi}: 1\text{см} = 100 \text{ В}$$

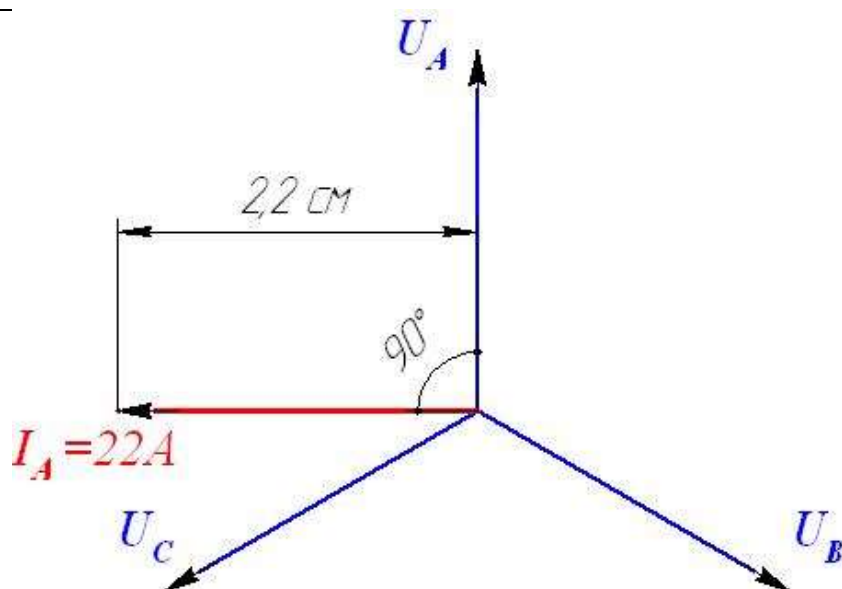
5.2. Строим векторную диаграмму.

А) Построение
 диаграммы
 начинается с векторов
 фазных напряжений
(U_A , U_B , U_C),
 располагая их, под
 углом **120°** друг
 относительно друга.
 Длина их будет
 составлять
 $\frac{U_\phi}{M_U} = \frac{220 \text{ В}}{100 \text{ В/см}} =$
2,2 см



Примечание: размерность в построении не ставится, в данном случае показывается для правильного построения. В дальнейшем при решении задач расстановку размеров не проставлять.

Б) Затем строим векторы токов. На фазе А вектор напряжения будет отставать от вектора тока на 90° , т.к. емкостное напряжение отстает от тока по фазе на угол 90° . Или вектор тока I_A опережает напряжение U_A на угол 90° , длина которого составит

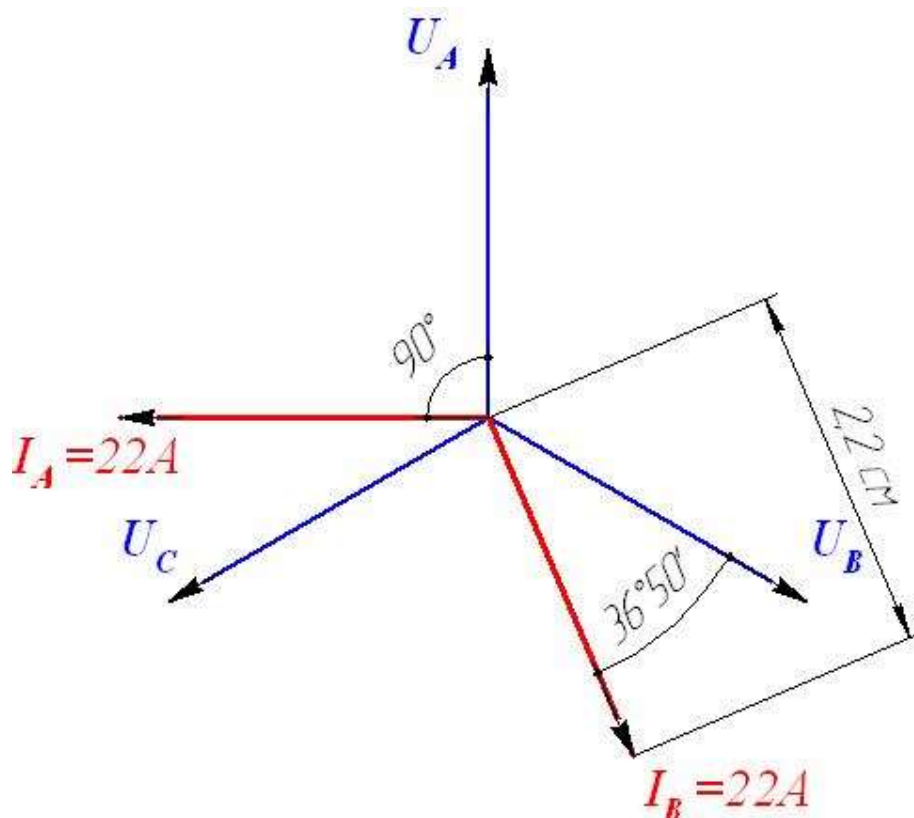


В) Следующий откладывается вектор тока I_B . На фазе Б индуктивное напряжение, напряжение будет опережать ток по фазе, но не на 90° , т.к. на фазе Б присутствует и активное напряжение, т.е. в данном случае на угол

$\varphi_B = 36^\circ 50'$. Или I_B — отстает от напряжения U_B на $36^\circ 50'$. Длина его будет составлять

$$\frac{I_B}{M_I} = \frac{22 \text{ A}}{10 \text{ A/cm}} =$$

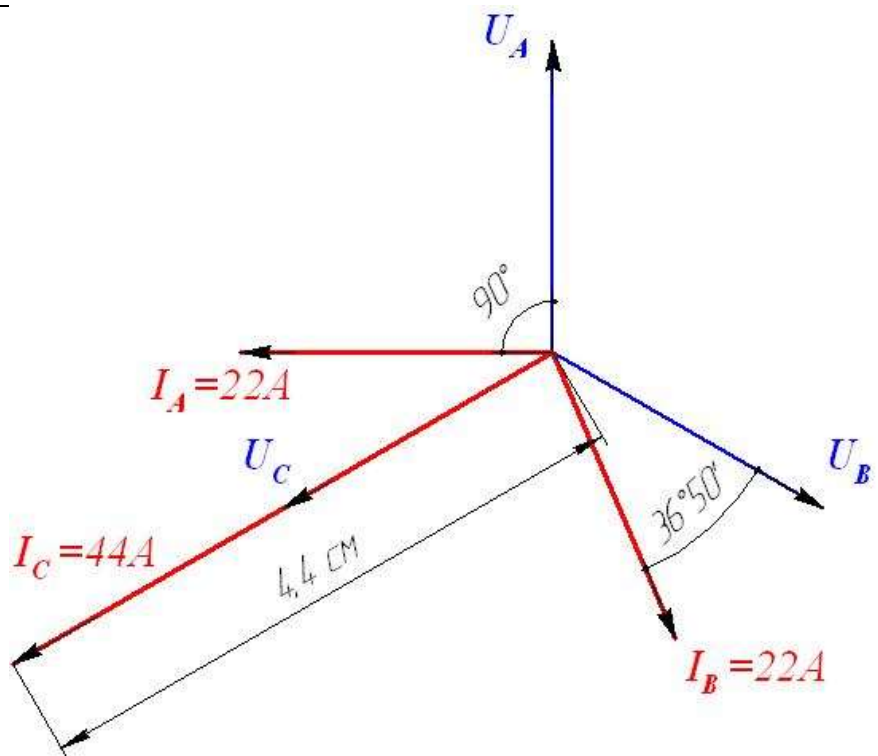
2,2 см



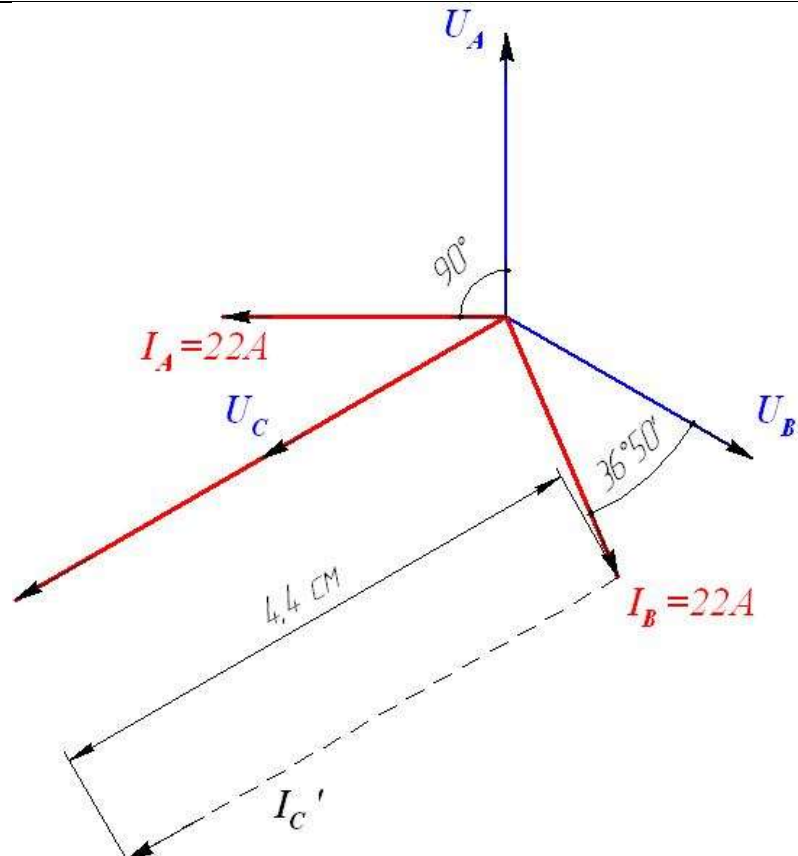
Г) Вектор тока I_C будет совпадать с вектором напряжения U_C т.к. на фазе С включен только активный элемент, т.е. действует активное напряжение. А активное напряжение всегда совпадает с вектором тока по направлению.

Длина которого

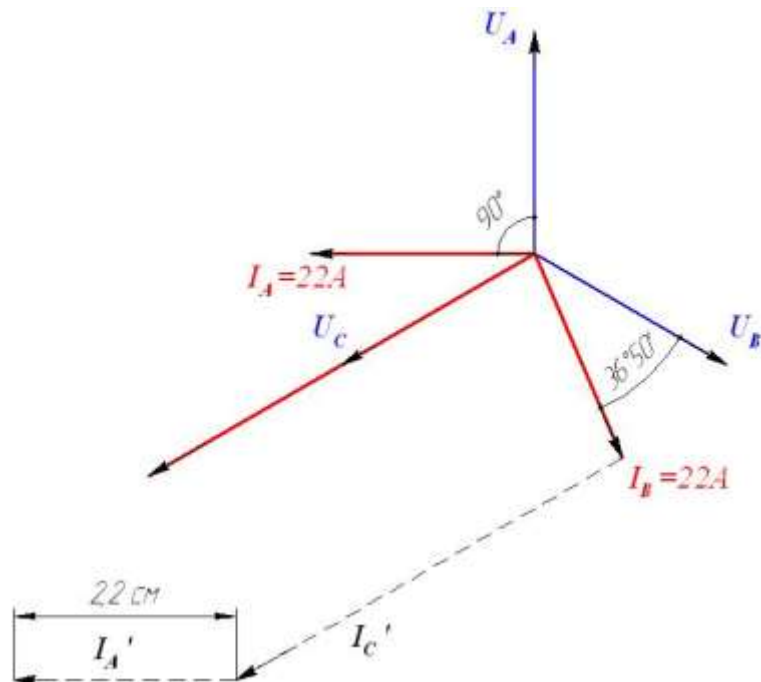
$$\frac{I_C}{M_I} = \frac{44 \text{ A}}{10 \text{ A/см}} = 4,4 \text{ см}$$



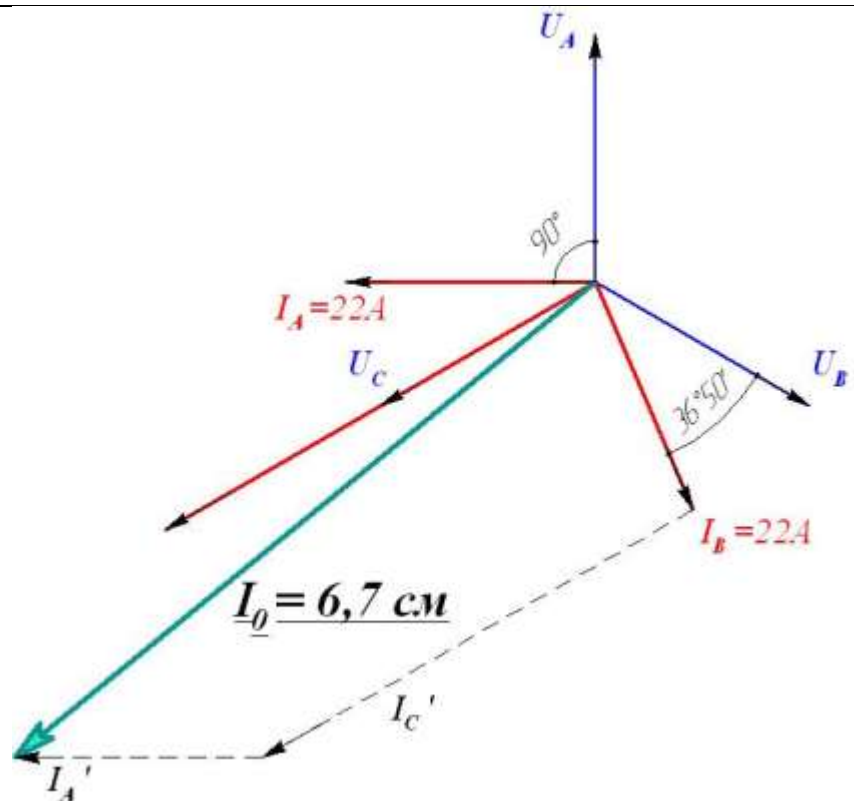
Д) Ток в нулевом проводе равен геометрической сумме фазных токов, т.е. $\bar{I}_0 = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C$ (Построение можно начать с конца вектора I_B . Прикладываем линейку к концу вектора I_B , проводим параллельный отрезок в 4,4 см вектору I_C , подписываем полученный новый вектор I'_C).



Е) С конца получившегося вектора откладываем параллельно вектору I_A и такой же длины **2,2 см.** Получившийся новый вектор подписываем I'_A .



Ж) Соединяем конец получившегося вектора I'_A с началом координат или с началом всех векторов. Получившийся вектор, будет вектор нулевого тока I_0 . Измеряем его длину линейкой, (измерения должны проводиться в сантиметрах, т.к. мы все построение делали в сантиметрах).



$\bar{I}_0 = 6,7$ см. Чтобы найти Значение нулевого тока в Амперах, нужно умножить значение в сантиметрах на масштабный коэффициент:

$$I_0 = M_I \cdot \bar{I}_0 = 10 \text{ A/см} \cdot 6,7 \text{ см} = 67 \text{ A}$$

Задача № 4. Схемы выпрямителей.

Используя стандартный диод, выполнить расчет и составить схемы выпрямителей: однополупериодного, двухполупериодного со средней точкой, двухполупериодную мостовую и трехфазную.

Данные для своего варианта взять в *таблице 4.1*.

ТАБЛИЦА 4.1.

Номер варианта	Тип диода	$I_{\text{пр.доп.,}}А$	$U_{\text{обр.доп.,}}В$	Мощность выпрямителя $P_0, \text{Вт}$	Ср. значение выпрямленн ого напряжения $U_0, \text{В}$
1.	Д 209	0,1	400	20	100
2.	Д 7 Г	0,3	200	80	100
3.	Д 305	6	50	240	20
4.	Д 205	0,4	400	60	100
5.	Д 226	0,3	400	30	150
6.	Д 215 Б	2	200	200	50
7.	КД 202А	3	50	90	10
8.	КД 202Н	1	500	800	400
9.	Д 304	3	100	100	50
10.	Д 224	5	50	200	50
11.	Д 232	10	400	3750	250
12.	Д 217	0,1	800	150	500
13.	Д 207	0,1	200	50	200
14.	Д 210	0,1	500	100	500
15.	Д 214 А	10	100	500	50
16.	Д 303	3	150	500	50
17.	Д 222	0,4	600	250	250
18.	Д 226 А	0,3	300	220	220
19.	Д 302	1	200	280	380
20.	Д 210	0,1	500	400	500
21.	Д 211	0,1	600	400	500
22.	Д 215 А	10	200	500	127
23.	Д 224 Б	2	50	120	40
24.	Д 224 В	4	100	400	150
25.	Д 231	10	300	1500	200
26.	Д 231 Б	5	300	1200	200
27.	Д 233 Б	5	500	1200	200
28.	Д 234 Б	5	600	2100	300
29.	Д 242 А	10	100	1000	80
30.	Д 243 Б	2	200	330	130

Методика решения задачи № 4.1.

Пример решения задачи для составления схемы, используя стандартный диод.

Дано:

Тип диода	Допустимый прямой ток $I_{\text{пр.доп.}}, A$	Допустимое обратное напряжение $U_{\text{обр.доп.}}, B$	Мощность выпрямителя $P_0, Вт$	Ср. значение выпрямленного напряжения U_0, B
Д 217	0,1	800	200	500

Выполнить расчет и составить схемы однополупериодного, двухполупериодного со средней точкой, трехфазного выпрямителей и двухполупериодного с мостовой схемой.

Для всех типов выпрямителей определяем среднее значение выпрямленного тока:

$$I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{200}{500} = 0,4 A$$

Если расчетные средние значения выпрямленного тока и обратного напряжения:

$$U_{\text{обр.расч.}} \leq U_{\text{обр.доп.}}$$

$$I_{\text{пр.расч.}} \leq I_{\text{пр.доп.}}, \text{ то схемы выпрямителей имеют вид:}$$

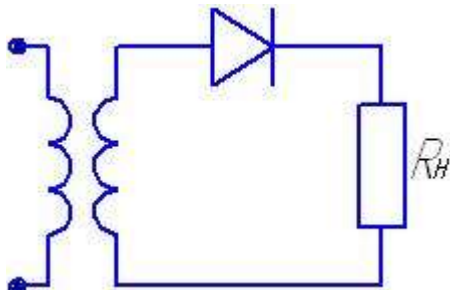


Рис. 4.1. Однополупериодная схема

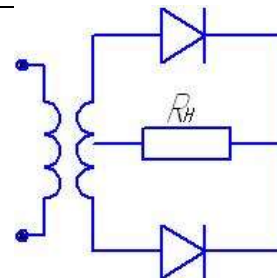


Рис. 4.2. Двухполупериодная со средней точкой схема

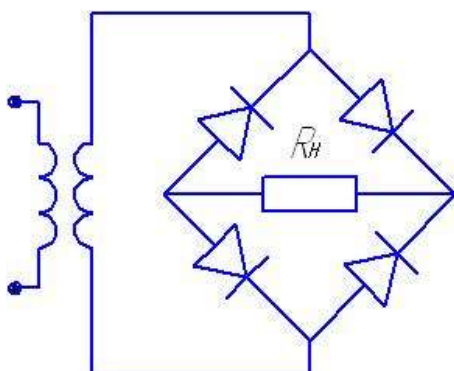


Рис. 4.3. Двухполупериодная мостовая схема

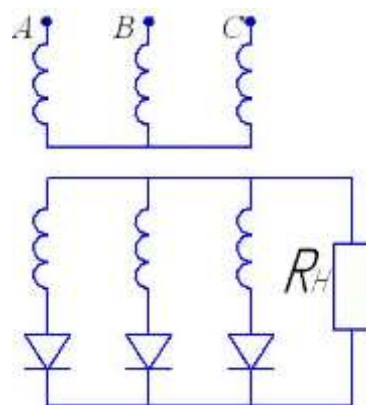


Рис 4.4. Трехфазная схема

1. Для однополупериодной схемы расчетные формулы:

$$I_{\text{ПР.РАСЧ.}} = I_0 = 0,4 \text{ А}$$

$$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} = 3,14 \cdot U_0 = 3,14 \cdot 500 = 1570 \text{ В}$$

В данном случае $I_{\text{ПР.РАСЧ.}} > I_{\text{ПР.ДОП.}}$, поэтому необходимо взять несколько параллельных ветвей, чтобы ток, протекающий через каждый диод был меньше либо равен допустимому значению, т.е. выполнялось условие $I_{\text{ПР.РАСЧ.}} \leq I_{\text{ПР.ДОП.}}$.

Для этого находим n – число параллельных соединений диодов:

$$n = \frac{I_{\text{ПР.РАСЧ.}}}{I_{\text{ПР.ДОП.}}} = \frac{0,4}{0,1} = 4.$$

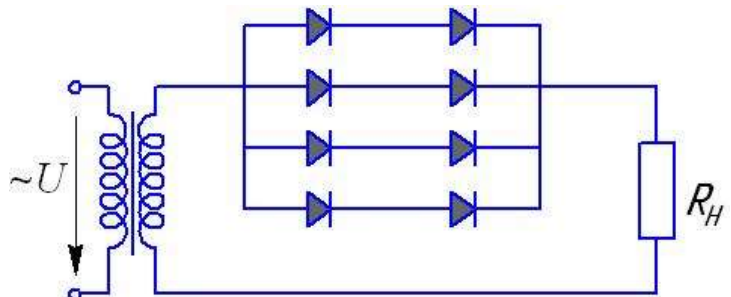
$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} > U_{\text{ОБР.ДОП.}}$, поэтому диоды необходимо включить последовательно, чтобы обратное напряжение, падающее на диод было меньше или равно допустимому значению, т.е. выполнялось условие $U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} \leq U_{\text{ОБР.ДОП.}}$.

Для этого находим m – число ветвей соединенных последовательно:

$$m = \frac{U_{\text{ОБР.РАСЧ.}}}{U_{\text{ОБР.ДОП.}}} = \frac{1570}{800} = 1,96.$$

Так как значение m получилось не целое, то принимаем значение до целого близкого большего значения. Принимаем $m = 2$. (И всегда, если значение m и n будут получаться не целыми, т.е. с остатком, то всегда принимается близкое целое большее значение).

Теперь схема принимает вид:



2. Двухполупериодная схема с выведенной средней точкой.

Расчетные формулы:

$$I_{\text{ПР.РАСЧ.}} = 0,5 \cdot I_0 = 0,5 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ А}$$

$$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} = 3,14 \cdot U_0 = 3,14 \cdot 500 = 1570 \text{ В}$$

$I_{\text{ПР.РАСЧ.}} > I_{\text{ПР.ДОП.}}$, значит находим n – число параллельных соединений диодов:

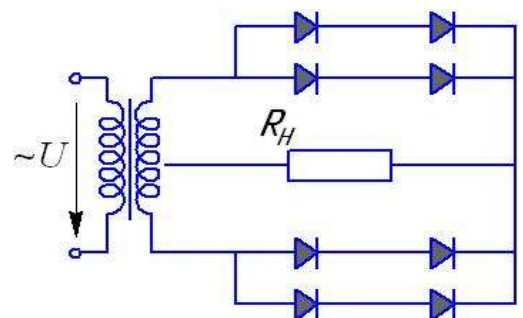
$$n = \frac{I_{\text{ПР.РАСЧ.}}}{I_{\text{ПР.ДОП.}}} = \frac{0,2}{0,1} = 2.$$

$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} > U_{\text{ОБР.ДОП.}}$, находим m – число ветвей соединенных последовательно:

$$m = \frac{U_{\text{ОБР.РАСЧ.}}}{U_{\text{ОБР.ДОП.}}} = \frac{1570}{800} = 1,96$$

(принимаем $m = 2$)

Схема принимает вид:



3. Двухполупериодная мостовая схема.

Расчетные формулы:

$$I_{\text{ПР.РАСЧ.}} = 0,5 \cdot I_0 = 0,5 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ А}$$

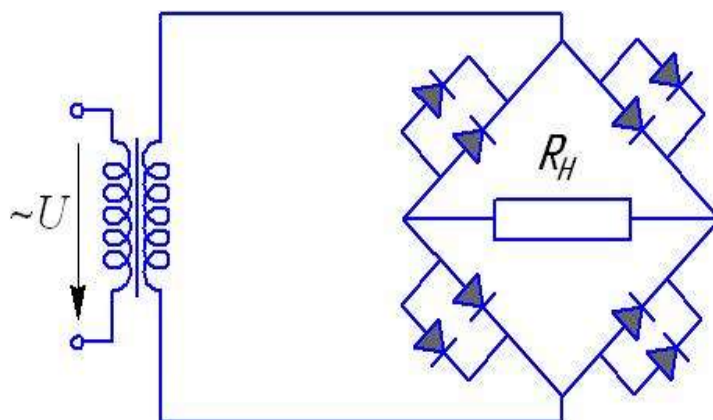
$$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} = 1,53 \cdot U_0 = 1,53 \cdot 500 = 765 \text{ В}$$

$I_{\text{ПР.РАСЧ.}} > I_{\text{ПР.ДОП.}}$, значит находим n – число параллельных соединений диодов:

$$n = \frac{I_{\text{ПР.РАСЧ.}}}{I_{\text{ПР.ДОП.}}} = \frac{0,4}{0,2} = 2.$$

$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} < U_{\text{ОБР.ДОП.}}$,
 m – число ветвей соединенных последовательно = 1.

Схема примет вид:



4. Трехфазная схема. Расчетные формулы:

$$I_{\text{ПР.РАСЧ.}} = \frac{1}{3} \cdot I_0 = \frac{1}{3} \cdot 0,4 = 0,133 \text{ А}$$

$$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} = 2,09 \cdot U_0 = 2,09 \cdot 500 = 1045 \text{ В}$$

$I_{\text{ПР.РАСЧ.}} > I_{\text{ПР.ДОП.}}$, значит находим n – число параллельных соединений диодов:

$$n = \frac{I_{\text{ПР.РАСЧ.}}}{I_{\text{ПР.ДОП.}}} = \frac{0,133}{0,1} = 1,33$$

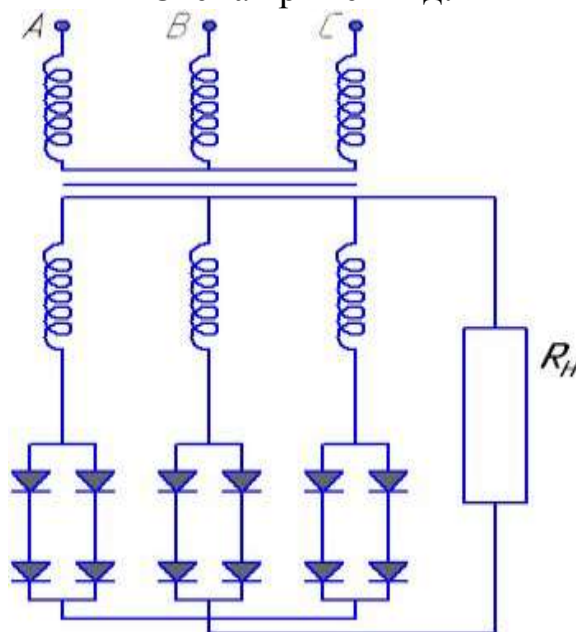
(принимаем $n = 2$)

$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} > U_{\text{ОБР.ДОП.}}$, находим m – число ветвей соединенных последовательно:

$$m = \frac{U_{\text{ОБР.РАСЧ.}}}{U_{\text{ОБР.ДОП.}}} = \frac{1045}{800} = 1,31$$

(принимаем $m = 2$)

Схема примет вид:



Задача № 4.2. Схемы выпрямителей.

Выбрать диод для стандартных схем выпрямителей всех четырех типов: однополупериодного, двухполупериодного со средней точкой, двухполупериодного мостового и трехфазного выпрямителей. После расчетов обратиться к **таблице диодов** (таблица 4.3).

Данные для своего варианта взять в *таблице 4.2*.

ТАБЛИЦА 4.2.

Номер вариан та	Мощность выпрямите ля P_0 , Вт	Ср.значение выпрямленно го напряжения U_0 , В	Номер вариан та	Мощность выпрямите ля P_0 , Вт	Ср.значение выпрямленно го напряжения U_0 , В
1.	100	30	16.	60	30
2.	20	80	17.	300	60
3.	20	50	18.	600	60
4.	100	50	19.	150	15
5.	30	300	20.	50	60
6.	20	250	21.	120	45
7.	120	63	22.	80	30
8.	300	30	23.	150	150
9.	5	55	24.	900	90
10.	10	150	25.	20	140
11.	15	180	26.	100	200
12.	130	30	27.	55	10
13.	380	30	28.	400	80
14.	30	20	29.	50	127
15.	800	90	30.	40	85

Методика решения задачи № 4.2.

Пример решения задачи для составления схемы, используя стандартный диод.

Дано:

<i>Мощность выпрямителя $P_0, \text{Вт}$</i>	<i>Ср. значение выпрямленного напряжения. $U_0, \text{В}$</i>
50	100

Выбрать диод для стандартных схем выпрямителей всех четырех типов: однополупериодного, двухполупериодного со средней точкой, двухполупериодного мостового и трехфазного выпрямителей.

Для всех типов выпрямителей определяем среднее значение выпрямленного тока:

$$I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{50}{100} = 0,5 \text{ А}$$

Для выбора диода рассчитаем расчетные параметры прямого тока и обратного напряжения:

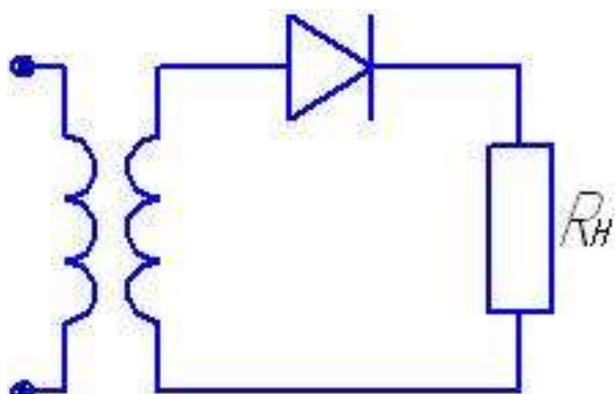


Рис. 4.1. Однополупериодная схема

$$I_{\text{пр.расч.}} = I_0 = 0,5 \text{ А}$$

$$U_{\text{обр.расч.}} = 3,14 \cdot U_0 = 3,14 \cdot 100 = 314 \text{ В}$$

Для выбора должно выполняться условие:

$$U_{\text{обр.расч.}} \leq U_{\text{обр.доп.}}$$

$$I_{\text{пр.расч.}} \leq I_{\text{пр.доп.}}$$

Выбираем: КД 202 Н(1 А;500В)

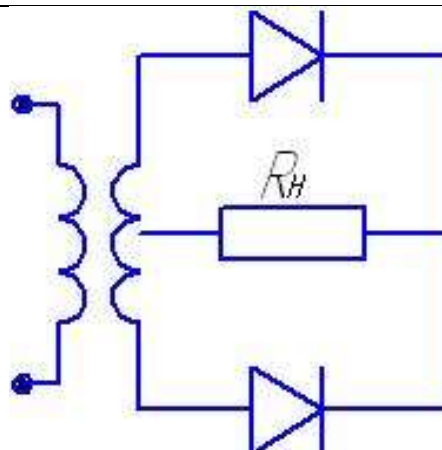


Рис. 4.2. Двухполупериодная со средней точкой схема

$$I_{\text{пр.расч.}} = 0,5 \cdot I_0 = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25 \text{ А}$$

$$U_{\text{обр.расч.}} = 3,14 \cdot U_0 = 3,14 \cdot 100 = 314 \text{ В}$$

Для выбора должно выполняться условие:

$$U_{\text{обр.расч.}} \leq U_{\text{обр.доп.}}$$

$$I_{\text{пр.расч.}} \leq I_{\text{пр.доп.}}$$

Выбираем: Д 266 (0,3 А;400 В)

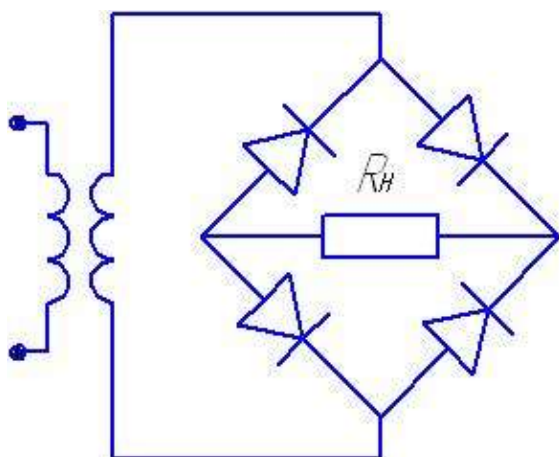


Рис. 4.3. Двухполупериодная мостовая схема

$$I_{\text{ПР.РАСЧ.}} = 0,5 \cdot I_0 = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25 \text{ А}$$

$$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} = 1,57 \cdot U_0 = 1,57 \cdot 100 = 157 \text{ В}$$

Для выбора должно выполняться условие:

$$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} \leq U_{\text{ОБР.ДОП.}}$$

$$I_{\text{ПР.РАСЧ.}} \leq I_{\text{ПР.ДОП.}}$$

Выбираем: Д 7 Г (0,3 А; 200 В)

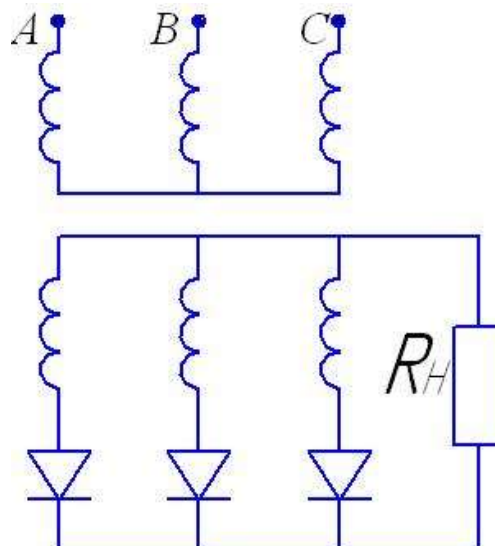


Рис 4.4. Трехфазная схема

$$I_{\text{ПР.РАСЧ.}} = \frac{1}{3} I_0 = \frac{1}{3} \cdot 0,5 = 0,167 \text{ А}$$

$$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} = 2,09 \cdot U_0 = 2,09 \cdot 100 = 209 \text{ В}$$

Для выбора должно выполняться условие:

$$U_{\text{ОБР.РАСЧ.}} \leq U_{\text{ОБР.ДОП.}}$$

$$I_{\text{ПР.РАСЧ.}} \leq I_{\text{ПР.ДОП.}}$$

Выбираем: Д226 А (0,3А; 300В)

ТАБЛИЦА 4.3 (Таблица диодов)

ТИП ДИОДОВ	I_{ПР.ДОП.}	U_{ОБР.ДОП.}	ТИП ДИОДОВ	I_{ПР.ДОП.}	U_{ОБР.ДОП.}
Д 7 Г	0,3	200	Д 231	10	300
Д 205	0,4	400	Д 231 Б	5	300
Д 207	0,1	200	Д 232	10	400
Д 209	0,1	400	Д 232 Б	5	400
Д 210	0,1	500	Д 233	10	500
Д 211	0,1	600	Д 233 Б	5	500
Д 214	5	100	Д 234 Б	5	600
Д 214 А	10	100	Д 242	5	100
Д 214 Б	2	200	Д 242 А	10	100
Д 215	5	200	Д 242 Б	2	100
Д 215 А	10	200	Д 243	5	200
Д 215 Б	2	200	Д 243 А	10	200
Д 217	0,1	800	Д 243 Б	2	200
Д 218	0,1	1000	Д 244	5	50
Д 221	0,4	400	Д 244 А	10	50
Д 222	0,4	600	Д 244 Б	2	50
Д 224	5	50	Д 302	1	200
Д 224 А	10	50	Д 303	3	150
Д 226	0,3	400	Д 304	3	100
Д 226 А	0,3	300	Д 305	6	50
Д 224 Б	2	50	КД 202А	3	50
Д 224 В	4	100	КД 202Н	1	500

Задача № 5. Переменный ток и его параметры.

Таблица 5.

Номер варианта	Выражения для мгновенных значений тока и напряжения
1.	$u = 283 \sin(314t + \frac{\pi}{2}) \quad i = 7 \sin(314t + \frac{\pi}{3})$
2.	$u = 71 \sin(157t + \frac{\pi}{4}) \quad i = 14 \sin(157t - \frac{\pi}{6})$
3.	$u = 141 \sin(105t + \frac{5\pi}{9}) \quad i = 2,83 \sin(105t + \frac{\pi}{9})$
4.	$u = 212 \sin(628t + \frac{\pi}{9}) \quad i = 28 \sin(628t - \frac{\pi}{9})$
5.	$u = 527 \sin(471t + \frac{\pi}{6}) \quad i = 1,5 \sin(471t - \frac{\pi}{9})$
6.	$u = 180 \sin(157t + \frac{\pi}{4}) \quad i = 21 \sin(157t - \frac{\pi}{6})$
7.	$u = 92 \sin(78,5t + \frac{\pi}{9}) \quad i = 4,2 \sin(78,5t + \frac{\pi}{18})$
8.	$u = 934 \sin(942t + \frac{\pi}{36}) \quad i = 71 \sin(942t - \frac{\pi}{18})$
9.	$u = 1415 \sin(1000t + \frac{4\pi}{9}) \quad i = 142 \sin(1000t - \frac{\pi}{3})$
10.	$u = 707 \sin(377t - \frac{\pi}{18}) \quad i = 7,1 \sin(37t - \frac{\pi}{3})$
11.	$u = 212 \sin(210t + \frac{5\pi}{12}) \quad i = 21,5 \sin(210t + \frac{\pi}{3})$
12.	$u = 28,3 \sin(39t + \frac{\pi}{12}) \quad i = 7,1 \sin(39t - \frac{\pi}{18})$
13.	$u = 14,1 \sin(31,4t + \frac{\pi}{3}) \quad i = 1,4 \sin(31,4t + \frac{\pi}{6})$
14.	$u = 42 \sin(52t + \frac{\pi}{6}) \quad i = 10 \sin(52t - \frac{\pi}{36})$
15.	$u = 57 \sin(62,8t + \frac{2\pi}{3}) \quad i = 14 \sin(62,8t - \frac{\pi}{2})$
16.	$u = 85 \sin(314t + \frac{5\pi}{12}) \quad i = 11 \sin(314t + \frac{\pi}{3})$
17.	$u = 106 \sin(157t + \frac{2\pi}{9}) \quad i = 9 \sin(157t + \frac{\pi}{18})$
18.	$u = 170 \sin(345t + \frac{\pi}{5}) \quad i = 17 \sin(345t - \frac{\pi}{18})$

19.	$u = 127 \sin(49t + \frac{\pi}{36}) \quad i = 5 \sin(49t - \frac{\pi}{9})$
20.	$u = 283 \sin(314t + \frac{7\pi}{18}) \quad i = 4 \sin(314t + \frac{\pi}{18})$
21.	$u = 255 \sin(1256t + \frac{\pi}{5}) \quad i = 8 \sin(314t - \frac{\pi}{10})$
22.	$u = 354 \sin(502t + \frac{\pi}{4}) \quad i = 28 \sin(314t - \frac{\pi}{12})$
23.	$u = 311 \sin(628t + \frac{\pi}{3}) \quad i = 7 \sin(628t + \frac{\pi}{12})$
24.	$u = 256 \sin(157t + \frac{7\pi}{18}) \quad i = 17 \sin(157t + \frac{\pi}{3})$
25.	$u = 380 \sin(105t + \frac{\pi}{3}) \quad i = 14 \sin(105t - \frac{\pi}{3})$
26.	$u = 660 \sin(628t + \frac{\pi}{4}) \quad i = 20 \sin(628t - \frac{\pi}{9})$
27.	$u = 10 \sin(21t + \frac{\pi}{18}) \quad i = 2 \sin(21t - \frac{\pi}{36})$
28.	$u = 1256 \sin(1256t + \frac{\pi}{2}) \quad i = 56 \sin(1256t - \frac{\pi}{6})$
29.	$u = 311 \sin(314t + \frac{\pi}{4}) \quad i = 14 \sin(314t - \frac{\pi}{3})$
30.	$u = 211 \sin(314t + \frac{\pi}{6}) \quad i = 11 \sin(314t - \frac{\pi}{3})$

Решение задач на тему «Переменный ток и его параметры»

Выражения для мгновенных значений напряжения и тока в цепи имеет вид:
 $u = 311 \sin(314t + \frac{\pi}{3})$; $i = 14 \sin(314t - \frac{\pi}{3})$. Чему равны действительные (U, I) и максимальные значения ($U_m; I_m$), частота тока (f_i), период (T), начальные фазы (φ_u, φ_i) и угол сдвига фаз(φ). (Построить диаграмму угла сдвига фаз).

Дано:

$$u = 311 \sin(314t + \frac{\pi}{3})$$

$$i = 14 \sin(314t - \frac{\pi}{3})$$

Найти:

$$U_m; I_m; U; I; f_i - ?$$

$$T; \varphi_u; \varphi_i; \varphi - ?$$

Построить диаграмму угла сдвига фаз

Решение:

1. Некоторые значения можно найти не применяя расчетные формулы. Для этого вспомним общий вид для мгновенных выражений тока и напряжения:

$$i = I_m \cdot \sin(\omega t \pm \varphi) \text{ A}$$

$$u = U_m \cdot \sin(\omega t \pm \varphi) \text{ B}$$

- 1.1. Определим максимальные значения тока и напряжения из мгновенных выражений:

$$U_m = 311 \text{ B}$$

$$I_m = 14 \text{ A}$$

- 1.2. Угловую скорость или угловую частоту:

$$\omega = 314 \text{ рад/сек}$$

- 1.3. Углы сдвига фаз тока и напряжения:

$$\varphi_u = \frac{\pi}{3} = \frac{180^\circ}{3} = 60^\circ$$

$$\varphi_i = -\frac{\pi}{3} = -\frac{180^\circ}{3} = -60^\circ$$

$$\pi = 180^\circ = 3,14 \text{ радиан}$$

2. Определим угол сдвига фаз:

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{3} - \left(-\frac{\pi}{3}\right) = \frac{2\pi}{3} = 120^\circ$$

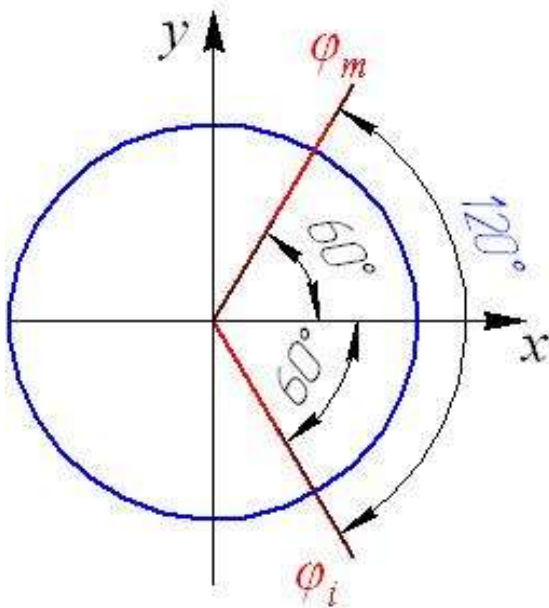
Или

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 60^\circ - (-60^\circ) = 120^\circ$$

3. Определяем действительные значения тока и напряжения:

6. Строим диаграмму угла сдвига фаз.

Построение начинается с разметки координат x и y . Затем с начала координат откладываем окружность диаметром примерно 4 – 5 см (окружность откладывается для направления углов). После откладываем против часовой стрелки положительный угол, т.е. $\varphi_u = 60^\circ$, а по часовой стрелки – отрицательный угол, т.е. $\varphi_i = -60^\circ$. Угол между фазами, есть угол сдвига фаз.



$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot I_m = 0,707 \cdot 14 = 10 \text{ A}$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot U_m = 0,707 \cdot 311 = 220 \text{ В}$$

4. Определяем частоту тока:

$$f_i = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{314}{2 \cdot 3,14} = 50 \text{ Гц}$$

5. Находим период:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ сек}$$

Ответ: $U_m = 311 \text{ В}; I_m = 14 \text{ А}; U = 220 \text{ В}; I = 10 \text{ А}; f_i = 50 \text{ Гц}; T = 0,02 \text{ сек}; \varphi_u = 60^\circ = \frac{\pi}{3}; \varphi_i = -60^\circ = -\frac{\pi}{3}; \varphi = 120^\circ = -\frac{2\pi}{3}$

