

СОДЕРЖАНИЕ

Задача 1	3
Задача 2	8
Задача 3	10
Задача 4	11
Задача 5	12
Список использованных источников	14

ЗАДАЧА 1

Цепь постоянного тока содержит 6 резисторов, соединённых смешанно. Схема цепи и резисторов указаны на соответствующем рисунке. Номер рисунка и величина одного из заданных токов или напряжений приведены в таблице. Индекс тока или напряжения совпадает с индексом резисторов, по которым проходит этот ток или на котором действует указанное напряжение. Определить:

1. эквивалентное сопротивление цепи относительно вводов АВ
2. ток в каждом резисторе
3. напряжение на каждом резисторе
4. расход электроэнергии цепью за десять часов

Таблица – Исходные данные

№ варианта	№ рисунка	Задаваемая величина	Действия с резистором		Изменение какой величины рассмотреть
			Замыкает ся накоротко	Выключает ся из схемы	
2	5	$I_2=5A$	R_1		I_1

Решение

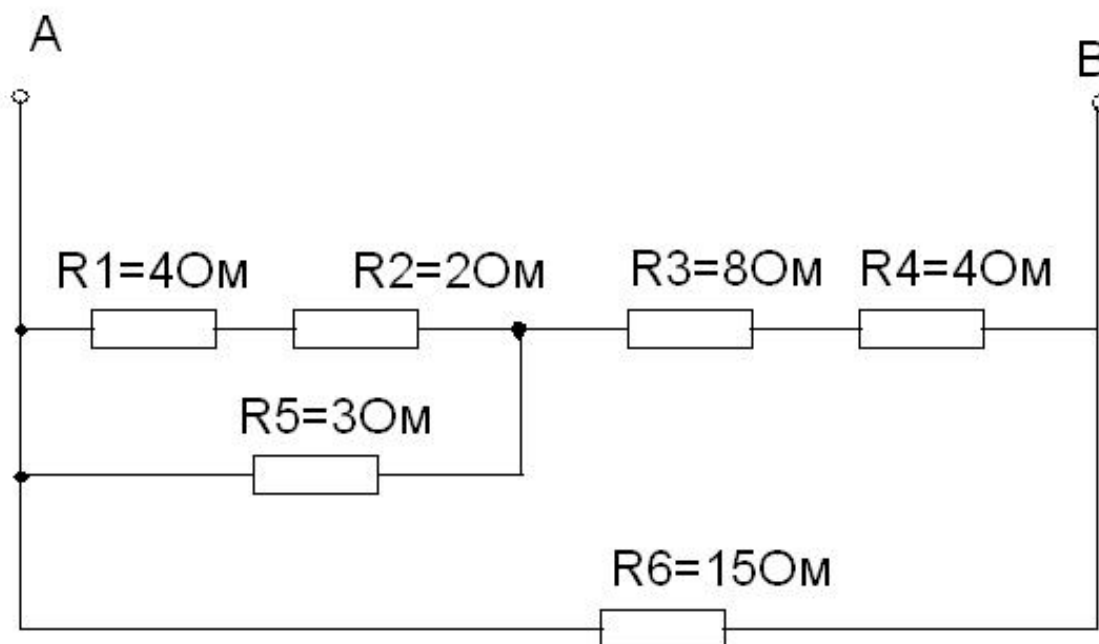


Рисунок 1

Резисторы 1 и 2 соединены последовательно. Их эквивалентное сопротивление: $R_{12} = 4 + 2 = 6 \text{ Ом}$.

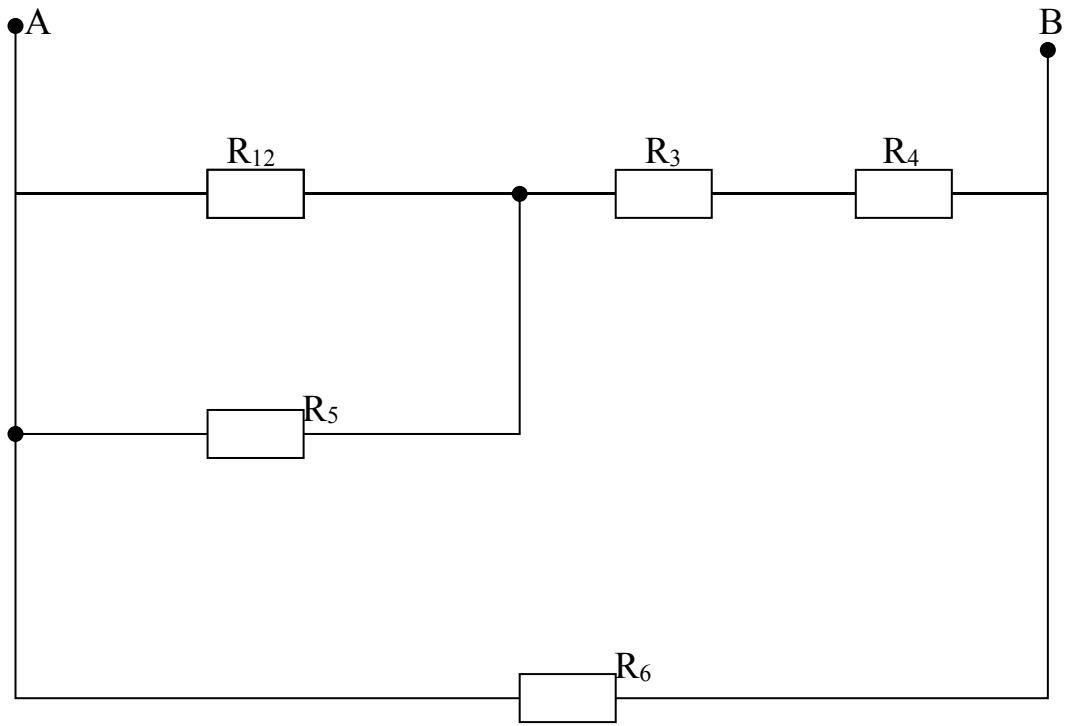


Рисунок 2

Резисторы 3 и 4 соединены последовательно. Их эквивалентное сопротивление: $R_{34} = R_3 + R_4 = 8 + 4 = 12$ Ом.

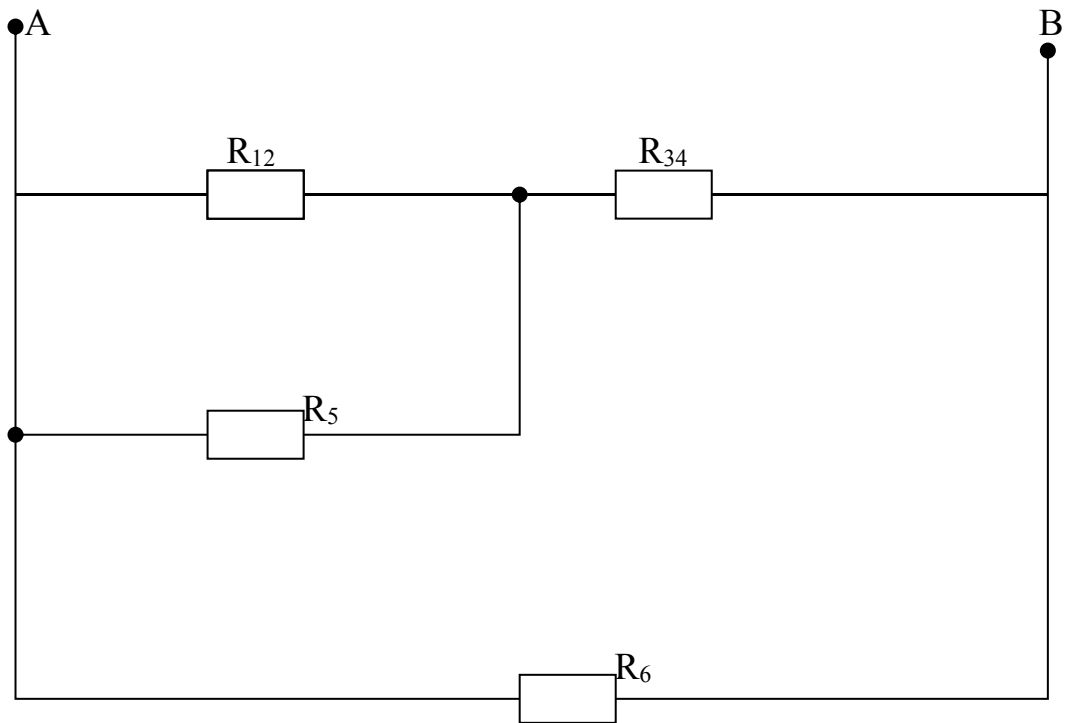


Рисунок 3

Резисторы 12 и 5 соединены параллельно. Их эквивалентное сопротивление: $R_{125} = \frac{R_{12}R_5}{R_{12} + R_5} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = 2 \text{ Ом}$.

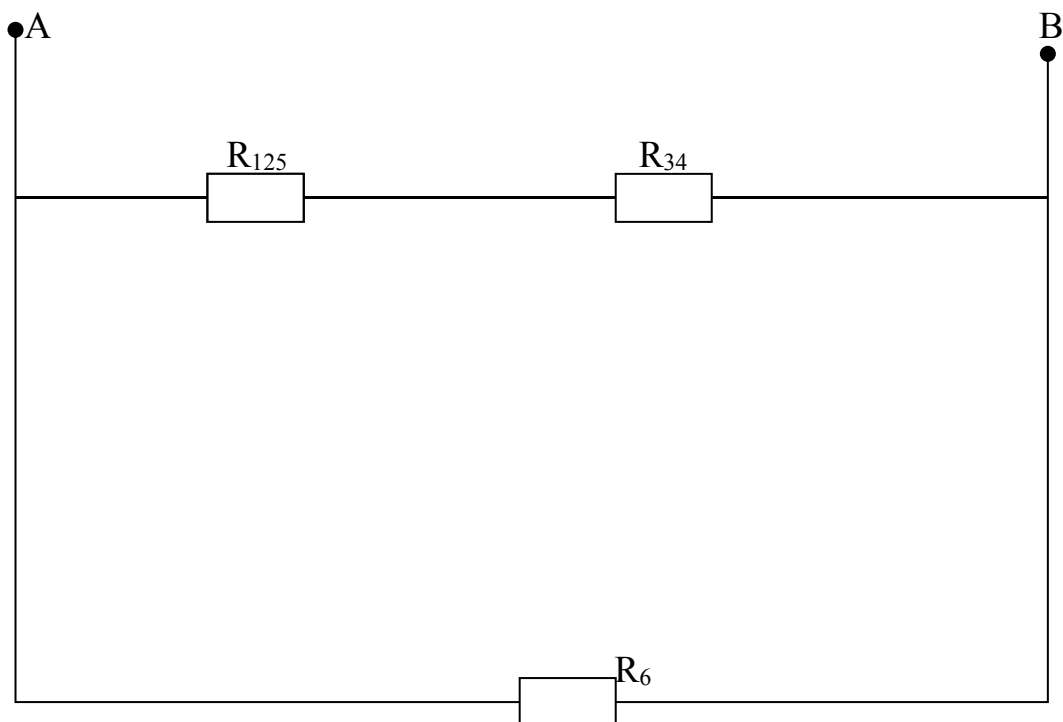


Рисунок 4

Резисторы 125 и 34 соединены последовательно. Их эквивалентное сопротивление: $R_{12345} = R_{125} + R_{34} = 2 + 12 = 14 \text{ Ом}$.

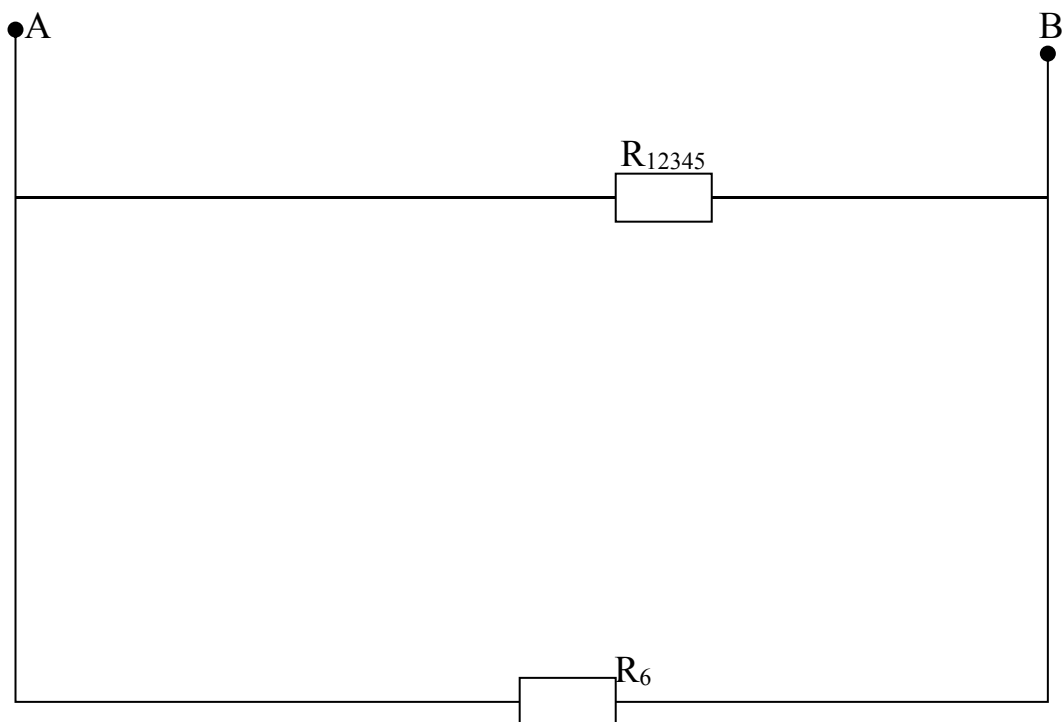


Рисунок 5

Резисторы 12345 и 6 соединены параллельно. Поэтому эквивалентное сопротивление цепи относительно зажимов А и В:

$$R_{\text{экв}} = \frac{R_{12345} R_6}{R_{12345} + R_6} = \frac{14 \cdot 15}{14 + 15} = 7,241 \text{ Ом.}$$

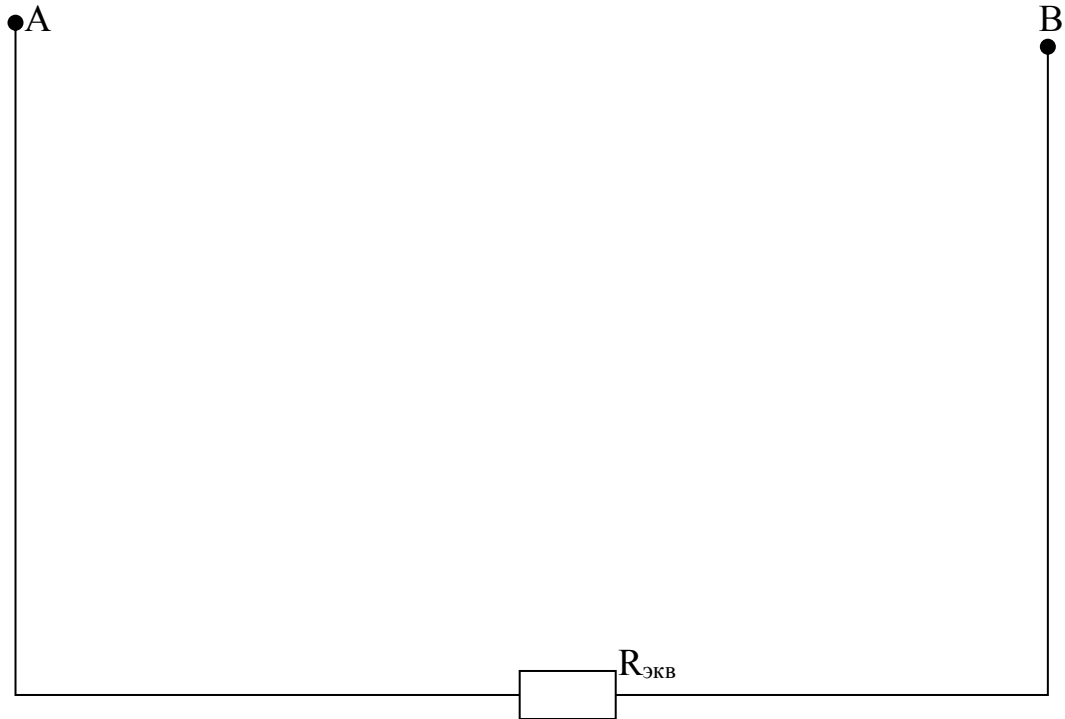


Рисунок 6

Теперь рассматриваем исходную схему цепи, где указываем направления токов.

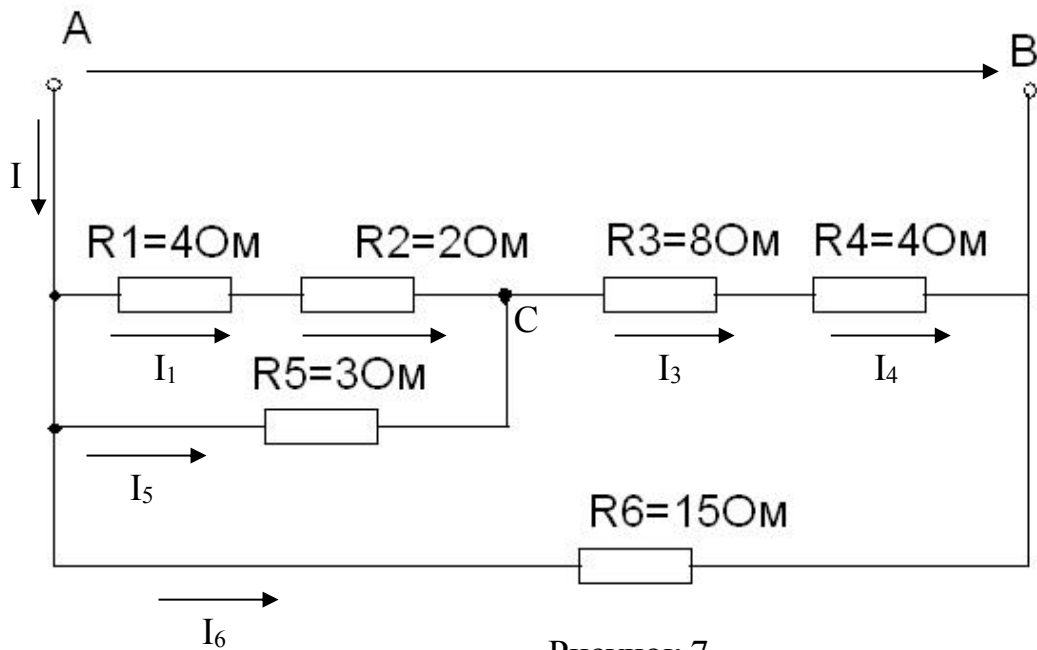


Рисунок 7

Находим токи и напряжения на резисторах:

$$I_2 = 5\text{A}; \quad U_2 = I_2 R_2 = 5 \cdot 2 = 10\text{В};$$

$$I_1 = I_2 = 5\text{A}; \quad U_1 = I_1 R_1 = 5 \cdot 4 = 20\text{В};$$

$$U_5 = U_1 + U_2 = 20 + 10 = 30\text{В}; \quad I_5 = \frac{U_5}{R_5} = \frac{30}{3} = 10\text{А};$$

$$I_3 = I_4 = I_2 + I_5 = 5 + 10 = 15\text{А}; \quad U_3 = I_3 R_3 = 15 \cdot 8 = 120\text{В};$$

$$U_4 = I_4 R_4 = 15 \cdot 4 = 60\text{В};$$

$$U_{AB} = U_6 = U_5 + U_3 + U_4 = 30 + 120 + 60 = 210\text{В};$$

$$I_6 = \frac{U_6}{R_6} = \frac{210}{16} = 14\text{А};$$

$$I = I_4 + I_6 = 15 + 14 = 29\text{А}; \quad I = \frac{U_{AB}}{R_{\text{эКВ}}} = \frac{210}{7,241} = 29\text{А}.$$

Расход э/энергии цепью за $t = 10$ часов работы:

$$W = IU_{AB}t = 29 \cdot 210 \cdot 10 = 60,9 \cdot 10^3 \text{Вт} \cdot \text{ч} = 60,9 \text{кВт} \cdot \text{ч}.$$

Пусть далее резистор R_1 замыкается накоротко. Тогда получаем новую схему:

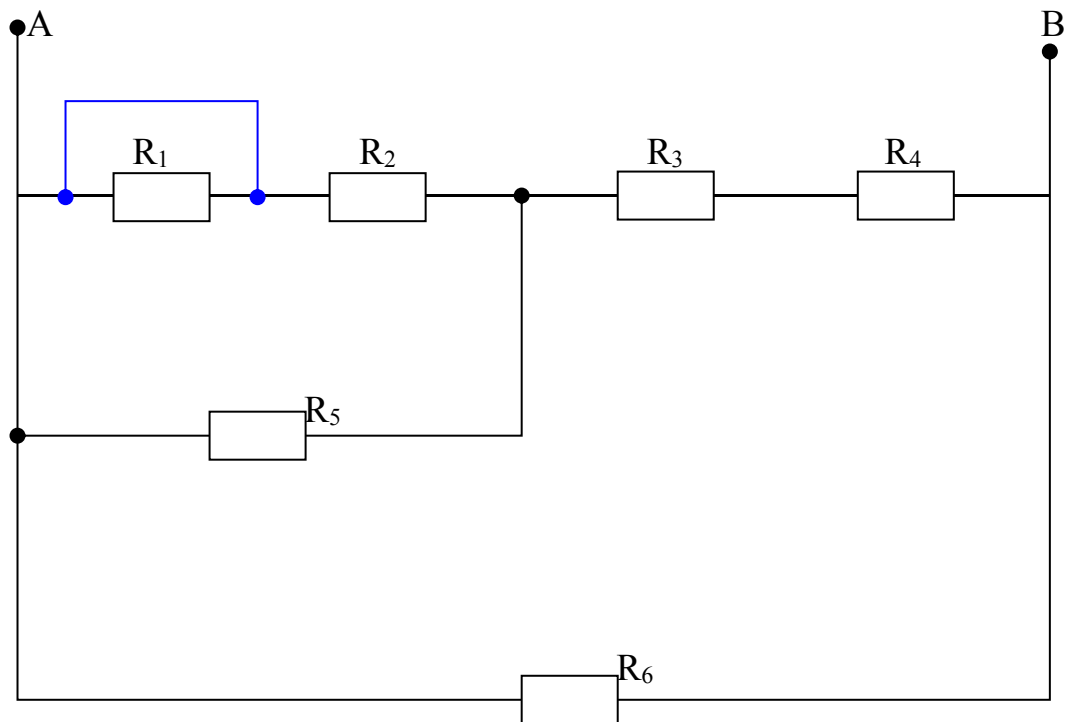


Рисунок 8

Ток в данном случае будет течь в обход резистора R_1 (по линии, изображённой синим цветом на рисунке 8). То есть новый ток через резистор R_1 будет равен нулю. А так как для первоначальный ток через R_1 равен 5 А, то при замыкании R_1 накоротко ток через R_1 снизится на 5 А.

ЗАДАЧА 2

Неразветвлённая цепь переменного тока, показанная на рисунке, содержит активные и реактивные сопротивления, величины которых заданы в таблице. Кроме того, известна одна из дополнительных величин (U , I , P , Q , S). Определить следующие величины, если они заданы в таблице:

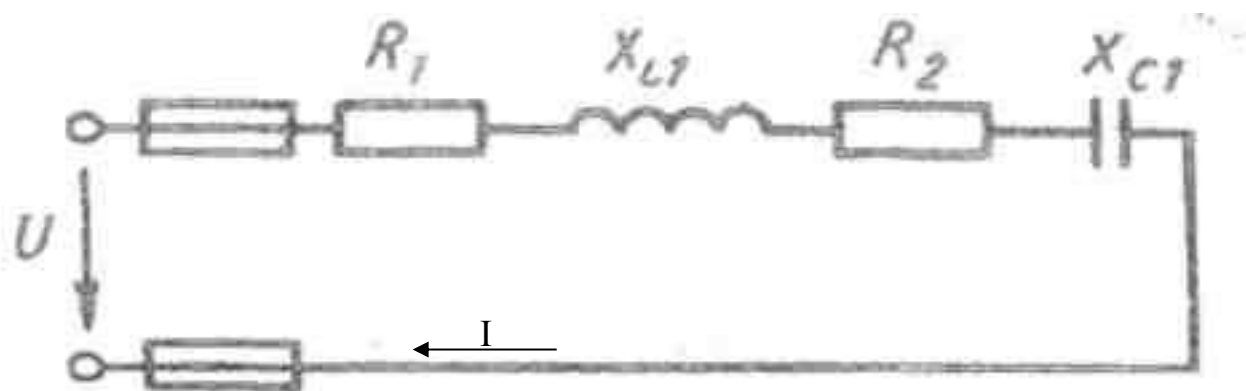
1. полное сопротивление цепи Z
2. напряжение, приложенное к цепи
3. силу тока в цепи
4. угол сдвига фаз (величину и знак)
5. активную P , реактивную Q и полную S мощность, потребляемые цепью

Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи и пояснить её построение.

Таблица – Исходные данные

№ вар	№ рис	R_1, OM	R_2, OM	X_{L1}, OM	X_{L2}, OM	X_{C1}, OM	X_{C2}, OM	Дополнительная величина
2	1	8	4	18	-	2	-	$I=10\text{A}$

Решение



Полное сопротивление цепи:

$$Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_{L1} - X_{C1})^2} = \sqrt{(8 + 4)^2 + (18 - 2)^2} = 20 \text{ Ом.}$$

Напряжение, приложенное к цепи: $U = IZ = 10 \cdot 20 = 200\text{В.}$

Ток в цепи: $I = 10 \text{ А.}$

Напряжения на элементах цепи:

$$U_{R1} = IR_1 = 10 \cdot 8 = 80\text{В;}$$

$$U_{L1} = IX_{L1} = 10 \cdot 18 = 180\text{В;}$$

$$U_{R2} = IR_2 = 10 \cdot 4 = 40\text{В;}$$

$$U_{C1} = IX_{C1} = 10 \cdot 2 = 20\text{В.}$$

Угол сдвига фаз между током и напряжением:

$$\varphi = \arctg \frac{X_{L1} - X_{C1}}{R_1 + R_2} = \arctg \frac{18 - 2}{8 + 4} = 53^\circ.$$

Активная, реактивная и полная мощность цепи:

$$P = I^2(R_1 + R_2) = 10^2(8 + 4) = 1200 \text{ Вт};$$

$$Q = I^2(X_{L1} - X_{C1}) = 10^2(18 - 2) = 1600 \text{ вар};$$

$$S = UI = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ ВА}.$$

Выбираем масштаб тока и напряжений: $m_I = 1 \frac{\text{А}}{\text{см}}$; $m_U = 20 \frac{\text{В}}{\text{см}}$.

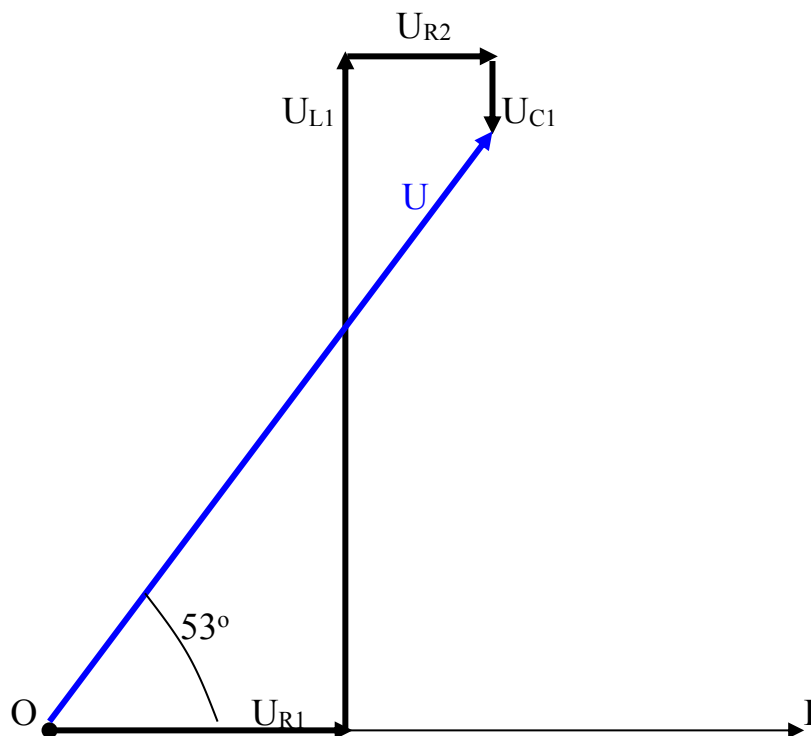
Тогда длины векторов тока и напряжений на диаграмме:

$$\ell(I) = \frac{I}{m_I} = \frac{10}{1} = 10 \text{ см}; \ell(U_{R1}) = \frac{U_{R1}}{m_U} = \frac{80}{20} = 4 \text{ см};$$

$$\ell(U_{L1}) = \frac{U_{L1}}{m_U} = \frac{180}{20} = 9 \text{ см}; \ell(U_{R2}) = \frac{U_{R2}}{m_U} = \frac{40}{20} = 2 \text{ см};$$

$$\ell(U_{C1}) = \frac{U_{C1}}{m_U} = \frac{20}{20} = 1 \text{ см}; \ell(U) = \frac{U}{m_U} = \frac{200}{20} = 10 \text{ см}.$$

Строим векторную диаграмму тока и напряжений. При этом учитываем, что на активном сопротивлении напряжение сонаправленно с током, на индуктивности напряжение опережает ток на 90° , на ёмкости – отстаёт от тока на 90° .



ЗАДАЧА 3

Однофазный трансформатор имеет следующие номинальные величины: мощность $S_{\text{ном}}$, первичное $U_{\text{ном1}}$ и вторичное $U_{\text{ном2}}$ напряжения обмоток; номинальные токи в обмотках $I_{\text{ном1}}$ и $I_{\text{ном2}}$. Коэффициент трансформации k . Числа витков обмоток W_1 и W_2 . Магнитный поток в магнитопроводе Φ_m . Используя данные трансформатора, указанные в таблице, определить неизвестные величины.

Таблица – Исходные данные

Вар иант	$S_{\text{ном}}$ кВ· А	$U_{\text{ном1}}$ В	$U_{\text{ном2}}$ В	$I_{\text{ном1}}$ А	$I_{\text{ном2}}$ А	k	E_1 В	E_2 В	Φ_m , Вб	W_1	W_2	f , Гц
2	-	-	40	1,67	125	-	-	-	0,01	162	-	400

Решение

Коэффициент трансформации: $k = \frac{I_{\text{ном2}}}{I_{\text{ном1}}} = \frac{125}{1,67} = 75.$

Напряжение в первичной обмотке: $U_{\text{ном1}} = kU_{\text{ном2}} = 75 \cdot 40 = 3000\text{В}.$

Число витков во вторичной обмотке: $W_2 = \frac{W_1}{k} = \frac{162}{75} = 2.$

ЭДС в обмотках:

$E_1 = 4,44W_1f\Phi_m = 4,44 \cdot 162 \cdot 400 \cdot 0,01 = 2877\text{В};$

$E_2 = 4,44W_2f\Phi_m = 4,44 \cdot 2 \cdot 400 \cdot 0,01 = 36\text{В}.$

Мощность: $S_{\text{ном}} = U_{\text{ном1}}I_{\text{ном1}} = 3000 \cdot 1,67 = 5,0 \cdot 10^3 \text{ВА} = 5,0\text{кВА}.$

Полученные результаты сводим в таблицу.

Вар иант	$S_{\text{ном}}$ кВ· А	$U_{\text{ном1}}$ В	$U_{\text{ном2}}$ В	$I_{\text{ном1}}$ А	$I_{\text{ном2}}$ А	k	E_1 В	E_2 В	Φ_m , Вб	W_1	W_2	f , Гц
2	5,0	3000	40	1,67	125	75	2877	36	0,01	162	2	400

ЗАДАЧА 4

Составить схему выпрямителя, указанного в таблице, используя стандартные диоды. Мощность потребителя P_0 с напряжением питания U_0 . Пояснить порядок составления схемы для диодов с приведёнными параметрами и определить напряжение на вторичной обмотке трансформатора.

Таблица – Исходные данные

№ варианта	Тип диода	P ₀ , Вт	U ₀ , В	Схемы выпрямителя
2	Д7Г	80	100	Однофазная мостовая

Решение

1. Выписываем из справочной таблицы параметры диода Д7Г:

$$I_{\text{доп}} = 0,3 \text{ А}; U_{\text{обр}} = 200 \text{ В}.$$

2. Определяем ток потребителя:

$$I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{80}{100} = 0,8 \text{ А}.$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий полупериод для мостовой схемы выпрямителя:

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

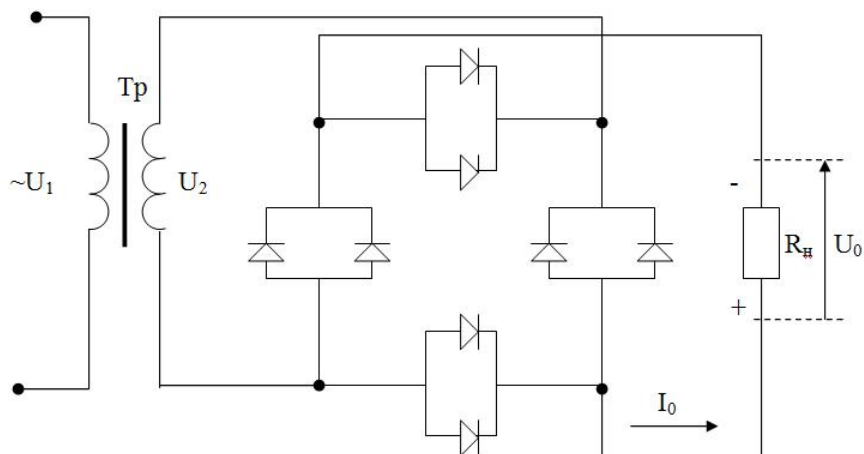
4. Диод должен удовлетворять условиям:

$$I_{\text{доп}} > 0,5 I_0 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4 \text{ А};$$

$$U_{\text{обр}} > U_{\text{в}} = 157 \text{ В}.$$

В данном случае диод Д7Г не подходит по току. Чтобы условие по току также выполнялось, необходимо в каждое из плеч моста включить по два параллельно соединённых диода Д7Г. Тогда через каждый из диодов будет течь ток: $(0,5 I_0) / 2 = (0,5 \cdot 0,8) / 2 = 0,2 \text{ А} < 0,3 \text{ А} = I_{\text{доп}}$.

5. Составляем схему мостового выпрямителя. В этой схеме каждый из диодов имеет параметры диода Д7Г.



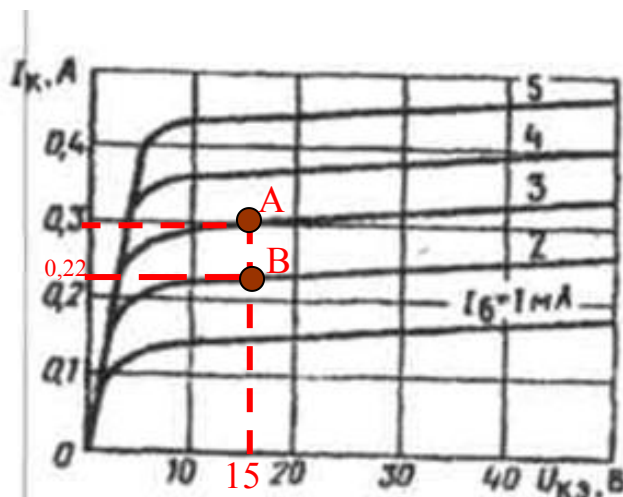
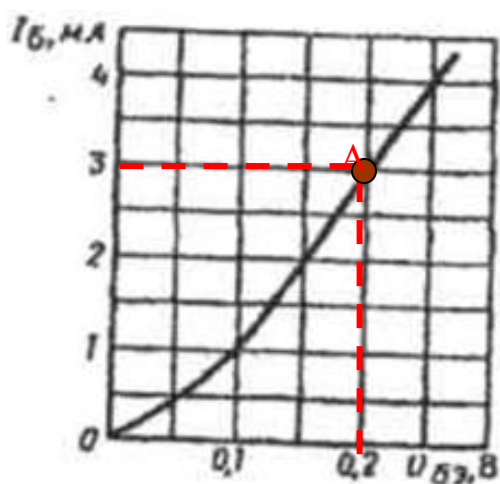
ЗАДАЧА 5

Для транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером, заданы напряжения на базе $U_{бэ}$, напряжение на коллекторе $U_{кэ}$ и напряжение источника питания E_k . Определить, используя входную и выходные характеристики, ток коллектора I_k , коэффициент усиления $h_{21э}$, сопротивление нагрузки R_k и мощность на коллекторе P_k .

Таблица – Исходные данные

Номер варианта	Номера рисунков	$U_{бэ}, В$	$U_{кэ}, В$	$E_k, В$
2	2	0,2	15	40

Решение



При напряжении на базе $U_{бэ} = 0,2 В$ по входной характеристике находим ток базы: $I_б = 3 мА$.

По выходной характеристике для тока базы $I_б = 3 мА$ при напряжении на коллекторе $U_{кэ} = 15 В$ находим ток коллектора: $I_k = 0,3 А$.

1. На выходных характеристиках строим отрезок АВ, из которого находим:

$$\Delta I_k = AB = I_{кА} - I_{кВ} = 0,3 - 0,22 = 0,08 А;$$

$$\Delta I_б = I_{бА} - I_{бВ} = 3 - 2 = 1 мА.$$

2. Определим коэффициент усиления.

$$\text{При } U_{кэ} = 15 В: h_{21э} = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_б} = \frac{0,08}{1 \cdot 10^{-3}} = 80.$$

3. Определяем коэффициент передачи по току:

$$h_{21б} = \frac{h_{21э}}{h_{21э} + 1} = \frac{80}{80 + 1} = \frac{80}{81} = 0,988.$$

4. Определяем мощность на коллекторе:

$$P_k = U_{кэ} I_{кА} = 15 \cdot 0,3 = 4,5 \text{ Вт.}$$

5. Определяем сопротивление в цепи коллектора R_k из уравнения для коллекторной цепи усилительного каскада:

$$R_k = \frac{E_k - U_{кэ}}{I_{кА}} = \frac{40 - 15}{0,3} = 83,3 \text{ Ом.}$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб.пособие для студ неэлектротехн. спец.средних учеб. заведений. 4-е изд., пер. – М.: Высш. шк., 2000. – 752 с.: ил.
2. Усс Л.В. Лабораторный практикум по общей электротехнике с основами электроники Мн.: Высш. школа, 1993.
3. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учебник для учащ. неэлектротехнич. спец. техникумов. - 2-е изд. – М.: Высш.шк., 1990.
4. Галкин В.И., Пелевин Е.В. Промышленная электроника и микроэлектроника. Учеб. – Мн.:Беларусь, 2000.
5. Диоды. Массовая библиотека радиолюбителя. Справочник. - М.: Радио и связь, 1990.