

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖИ
РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение Республики Крым
“СИМФЕРОПОЛЬСКИЙ КОЛЛЕДЖ
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ”

РАССМОТРЕНО
на заседании ЦК
Протокол № _____
«__» _____ 202_ г.
Председатель

УТВЕРЖДЕНО
Методсоветом ГБПОУ РК СКР
_____ В.И.Полякова
«__» _____ 202_ г.

Задания
для домашней контрольной работы и
методические указания по их
выполнению

для студентов заочной формы обучения

по дисциплине «**Теория электрических цепей**»
(название дисциплины)

Специальность: Системы радиосвязи, мобильной связи и
телерадиовещания

Разработал преподаватель
_____ В.И.Полякова
(ФИО преподавателя)
«__» _____ 202_ г.

Симферополь, 2023 г

Методические указания по оформлению контрольных работ

1. Контрольные работы нужно оформлять в тетрадях в клетку, так как в них удобнее выполнять графическую часть.
2. Требуется правильно оформить контрольную работу:
 - Полностью, четко и разборчиво написать условия задач контрольного задания;
 - Выполнить необходимые рисунки, схемы и чертежи карандашом, с помощью чертежного инструмента;
 - Записи должны быть сделаны грамотно и аккуратно. Небрежно оформленные работы возвращаются без проверки;
 - Записать ответы на все рассчитанные величины контрольного задания;
 - В конце работы следует указать список использованной литературы, записанный с соблюдением ГОСТа, поставить дату выполнения работы и личную подпись;
 - Необходимо пронумеровать страницы и рисунки, помещенные в работе;
 - В тетради должны быть оставлены поля, необходимые для замечаний преподавателя, возникающих в ходе проверки правильности ответа студента на поставленные вопросы.
3. Проверенные контрольные задания с выполненной работой по исправлению ошибок предъявляются на экзамене.

Внимание: Без представленных зачетных контрольных работ студенты к сдаче экзамена не допускаются.

Методические указания по выполнению контрольного задания

1. Вариант контрольного задания выбирается в соответствии с шифром студента, согласно указанию учебной части заочного отделения СКР о вариантах.
2. К выполнению контрольного задания следует приступить лишь после изучения соответствующего раздела курса.
3. Если самостоятельно решить задачи не удастся, то следует обратиться за консультацией к преподавателю учебного заведения с тем, чтобы не создавалось отставание от установленного учебного графика сдачи контрольных работ.

Первая задача (варианты I - IO)

Решение данной задачи требует знания основных характеристик периодических сигналов, соотношений между ними и умения определять их по временным диаграммам.

При решении задачи следует:

1. Начертить временную диаграмму и переписать условие задачи.

2. Показать на временной диаграмме (см. рис. 2) и, принимая во внимание указанный масштаб, определить:

время импульса t_u [мс; мкс], период T [мс, мкс] - время, через которое повторяются мгновенные значения напряжения, максимальное значение напряжения U_m [В; мВ], размах напряжения

U_p В; мВ – разность между наибольшим и наименьшим мгновенными значениями напряжения.

3. Вычислить скважность S по формуле:

$$S = \frac{T}{t_u} :$$

Вычислить действующее значение напряжения прямоугольного сигнала по формуле, В, мВ:

$$U = U_m \sqrt{\frac{t_u}{T}} .$$

4. В ответе дать числовые значения всех полученных величин с указанием единиц их измерения.

Пример I

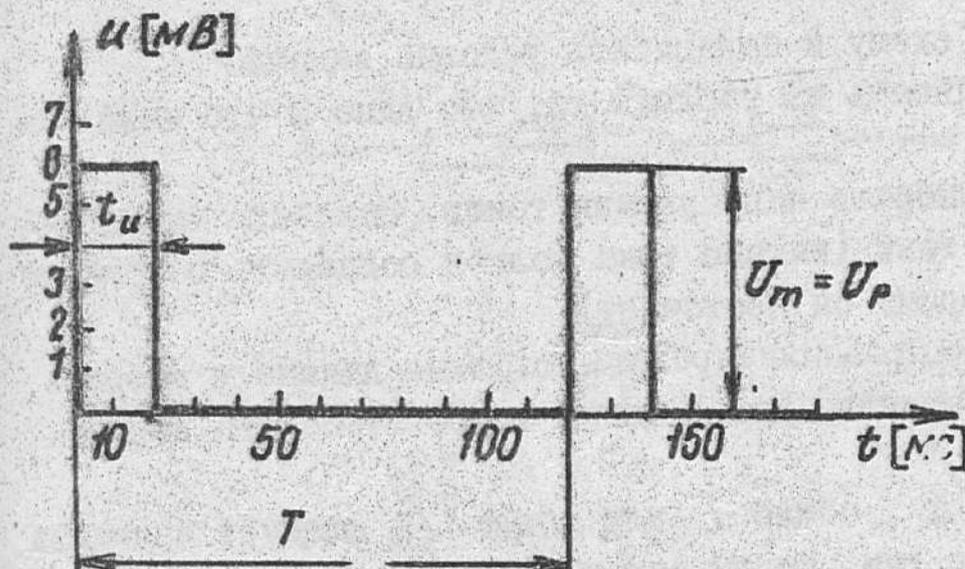


Рис. 2

1. По временной диаграмме (рис. 2) определяем:

$$t_u = 20 \text{ мс},$$

$$T = 120 \text{ мс},$$

$$U_m = 6 \text{ мВ},$$

$$U_p = U_m = 6 \text{ мВ}.$$

2. Скважность $S = \frac{T}{t_u} = \frac{120}{20} = 6 .$

Действующее значение напряжения:

$$U = U_m \sqrt{\frac{t_u}{T}} = 6 \sqrt{\frac{20}{120}} = 6 \sqrt{\frac{1}{6}} \approx 2,449 \approx 2,5 \text{ мВ}.$$

3. Ответ: $t_u = 20 \text{ мс}; T = 120 \text{ мс}; U_m = 6 \text{ мВ};$

$$U_p = 6 \text{ мВ}; S = 6; U = 2,5 \text{ мВ}.$$

Вторая задача

Пример 3 (варианты I - 2)

Решение данной задачи состоит в расчете сложной цепи переменного тока методом уравнений Кирхгофа. Для этого надо, применительно к схеме (рис. 8)

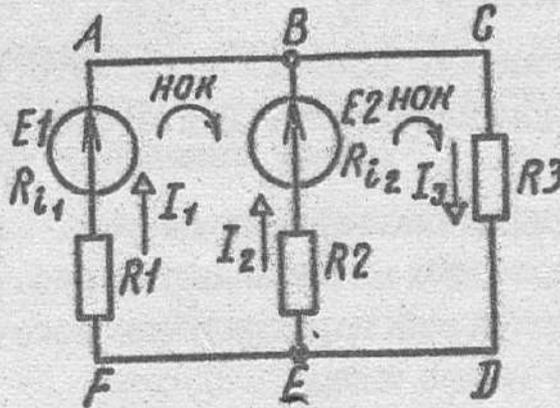


Рис. 8

1. Выбрать направления токов в ветвях и направления обхода контуров (н. о. к.).

2. Составить столько уравнений, сколько неизвестных токов в задаче (три уравнения).

3. Из них: по I закону Кирхгофа - на одно меньше числа узлов в схеме (узлов - два: B и E, значит, одно уравнение). Остальные уравнения - по II закону Кирхгофа (два уравнения):

$$\begin{cases} I_1 + I_2 = I_3 & \text{— для узла B,} \\ E_1 - E_2 = I_1(R_1 + R_{i1}) - I_2(R_2 + R_{i2}) & \text{— для контура ABEF,} \\ E_2 = I_2(R_2 + R_{i2}) + I_3 R_3 & \text{— для контура BCDE.} \end{cases}$$

При составлении уравнений по II закону Кирхгофа надо учитывать, что со знаком "плюс" записываются те ЭДС и токи, направления которых совпадают с направлением обхода контура, со знаком "минус" - не совпадающие с н.о.к.

4. Подставить числа и решить систему уравнений относительно неизвестных I_1, I_2, I_3 .

5. Если в результате расчетов какой-либо ток будет полу-

чен со знаком "минус", значит, его действительное направление противоположно выбранному на схеме. Действительное направление надо показать пунктиром на схеме.

6. Если направление ЭДС источника $-E$ противоположно действительному направлению тока, протекающего через источник, значит $P_u = E \cdot I < 0$ - источник работает в режиме потребителя. Если $P_u > 0$, источник работает в режиме генератора.

Пример 4 (варианты 3 - 4)

Решение данной задачи состоит в расчете сложной цепи переменного тока методом наложения. Для этого надо применительно к схеме (рис. 8):

1. Выбрать направления токов в ветвях.
2. Разделить исходную сложную цепь (рис. 8) на столько простых схем, сколько в ней параллельных источников (в данном случае - два, значит - две схемы)

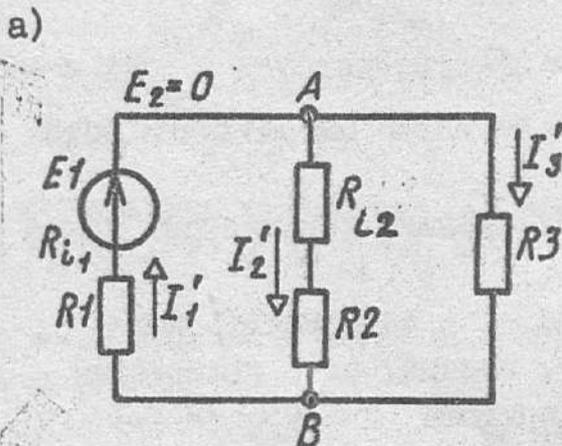


Рис. 9

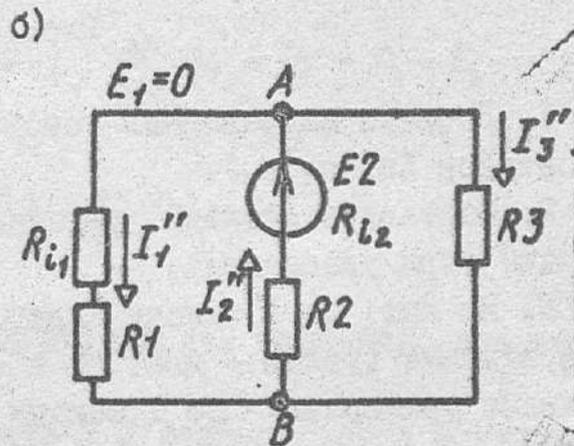


Рис. 10

В схеме а) (рис. 9) исключен источник E_2 , в схеме б) (рис. 10) $E_1 = 0$. Внутренние сопротивления отсутствующих источников в схемах остаются.

3. В обеих схемах рассчитать частичные токи:

а) I_1', I_2', I_3' и б) I_1'', I_2'', I_3'' .

$$R'_{\text{ЭК}} = R_1 + R_{i1} + \frac{(R_2 + R_{i2}) R_3}{R_2 + R_{i2} + R_3}; \quad I_1' = \frac{E_1}{R'_{\text{ЭК}}}; \quad U'_{AB} = I_1' \frac{(R_2 + R_{i2}) R_3}{R_2 + R_{i2} + R_3}$$

$$I_2' = \frac{U'_{AB}}{R_2 + R_{i2}}; \quad I_3' = \frac{U'_{AB}}{R_3}$$

$$\delta) R_{\text{вк}}'' = R_2 + R_{i2} + \frac{(R_1 + R_{i1}) R_3}{R_1 + R_{i1} + R_3}; I_2'' = \frac{E_2}{R_{\text{вк}}''};$$

$$U_{AB}'' = I_2'' \frac{(R_1 + R_{i1}) R_3}{R_1 + R_{i1} + R_3};$$

$$I_1'' = \frac{U_{AB}''}{R_1 + R_{i1}}; I_3'' = \frac{U_{AB}''}{R_3}.$$

4. Путем "наложения" схем а) и б) получают исходную цепь (рис. 8), в каждой ветви которой действительный ток равен алгебраической сумме частичных токов.

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= I_1' - I_1'' \\ I_2 &= I_2'' - I_2' \\ I_3 &= I_3' + I_3'' \end{aligned} \right\}$$

Со знаком "плюс" берут тот частичный ток, направление которого совпадает с выбранным направлением действительного тока на исходной схеме (рис. 8).

5. См. п. 5 задачи № 3 (варианты I - 2).

6. См. п. 6 задачи № 3 (варианты I - 2).

Пример 5 (варианты 5 - 6)

Решение данной задачи состоит в расчете сложной цепи переменного тока методом двух узлов. Для этого надо применительно к схеме (рис. II):

1) выбрать направления всех токов одинаковыми;

2) найти проводимости всех ветвей, См,

$$G_1 = \frac{1}{R_1 + R_{i1}}; G_2 = \frac{1}{R_2 + R_{i2}}; G_3 = \frac{1}{R_3}.$$

3) определить узловое напряжение U_{AB} :

$$U_{AB} = \frac{E_1 G_1 - E_2 G_2}{G_1 + G_2 + G_3}.$$

($E_2 G_2$ - со знаком "минус", так как E_2 имеет противоположное I_2 направление);

4) определить токи в ветвях:

$$I_1 = (E_1 - U_{AB}) G_1;$$

$$I_2 = (-E_2 - U_{AB}) G_2;$$

$$I_3 = (0 - U_{AB}) G_3.$$

- 5) См. п. 5 задачи № 3 (варианты I - 2).
 6) См. п. 6 задачи № 3 (варианты I - 2).

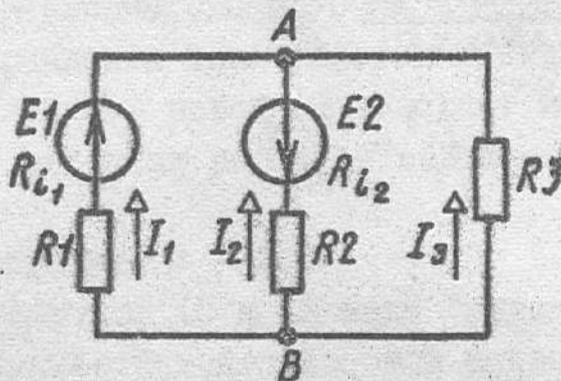


Рис. II

Пример 6 (варианты 7 - 8)

Решение данной задачи состоит в расчете цепи переменного тока методом преобразования треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду. Для этого надо (применительно к схеме (рис. I2):

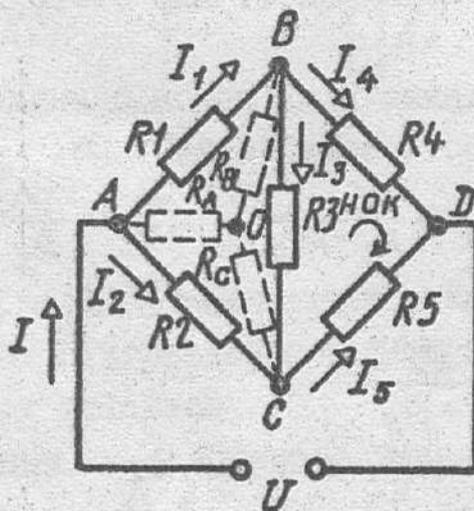


Рис. I2

1. Выбрать направления токов на исходной схеме (рис. 12).
2. Треугольник сопротивлений, состоящий из R_1 , R_2 , R_3 (точки А, В, С на рис. 12), заменить эквивалентной звездой, сопротивления лучей которой определяются:

$$R_A = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3},$$

$$R_C = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3},$$

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}.$$

Схема (рис. 12) принимает вид (рис. 13)

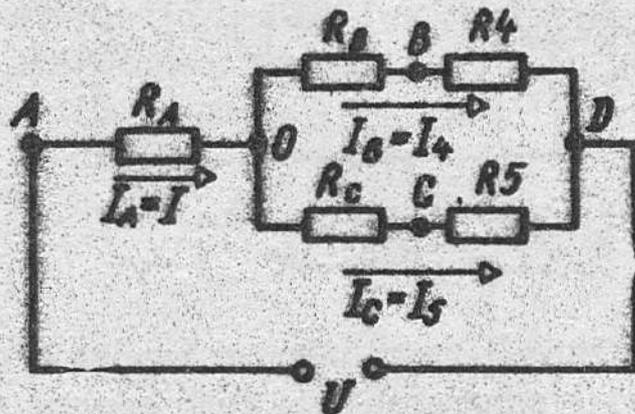


Рис. 13

3. В цепи (рис. 13) найти токи I_1 , I_4 , I_5 так, как это принято в простой цепи со смешанным соединением резисторов (см. задачу № 1). После этого вернуться к исходной схеме (рис. 12).

4. В схеме (рис. 12) определить токи I_3 , I_1 , I_2 . Ток I_3 можно найти, составив уравнение по II закону Кирхгофа для контура BDC :

$$I_4 R_4 - I_5 R_5 - I_3 R_3 = 0;$$

$$I_3 = \frac{I_4 R_4 - I_5 R_5}{R_3}$$

Токи I_1 и I_2 - по 1 закону Кирхгофа:
 $I_1 = I_3 + I_4$; $I_2 = I_5 - I_3$.

5. См. п. 5 задачи № 3 (варианты 1 - 2).

6. См. п. 6 задачи № 3 (варианты 1 - 2).

Пример 7 (варианты 9 - 10)

Решение данной задачи состоит в расчете цепи переменного тока с переменным сопротивлением одной из ветвей методом эквивалентного генератора. Для этого надо (применительно к схеме (рис. I4):

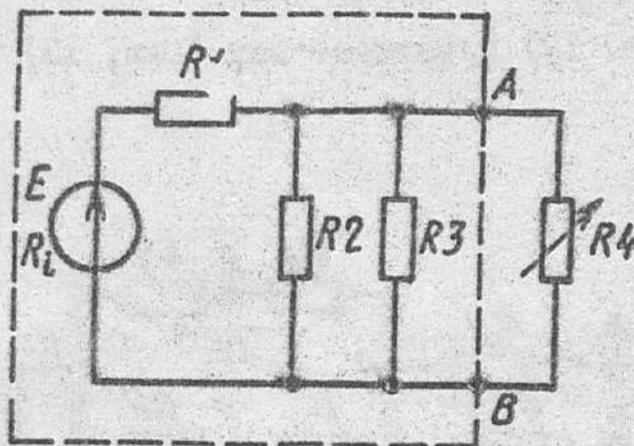


Рис. I4

1. Заменить активный двухполюсник (часть схемы рис. I4, обведенная пунктиром) эквивалентным генератором с параметрами $E_{ЭК}$ и $R_{LЭК}$. Схема принимает вид (рис. I5):



Рис. I5

Тогда:
$$I_4 = \frac{E_{ЭК}}{R_{LЭК} + R_4}$$

2. ЭДС эквивалентного генератора $E_{ЭК}$ определить в режиме холостого хода (х.х.), т.е. при отключенной нагрузке R_4 (рис. I6)

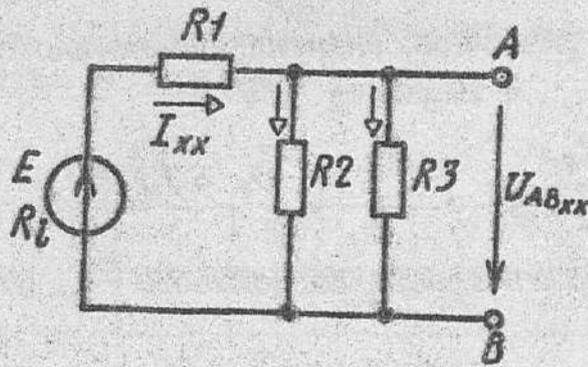


Рис. 16

$$E_{\text{эк}} = U_{\text{ABxx}}, \text{ где } U_{\text{ABxx}} = I_{\text{xx}} \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}, \text{ где } I_{\text{xx}} = \frac{E}{R_1 + R_{i1} + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}$$

3. Внутреннее сопротивление эквивалентного генератора $R_{i\text{эк}}$ определить при отключенной нагрузке R_4 и считая, что $E = 0$.
 Схема (рис. 14) принимает вид (рис. 17):

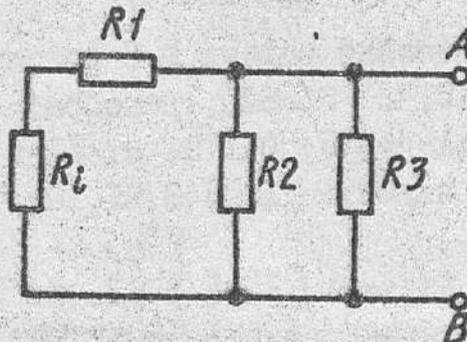


Рис. 17

$R_{i\text{эк}}$ равно эквивалентному сопротивлению схемы (рис. 17) относительно зажимов АВ. Так как ветви схемы параллельны:

$$\frac{1}{R_{i\text{эк}}} = \frac{1}{R_{\text{AB}}} = \frac{1}{R_i + R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}, \text{ отсюда } R_{i\text{эк}} \text{ равно обрат-}$$

ной величине полученного числа.

4. Когда параметры эквивалентного генератора ($E_{\text{эк}}$ и $R_{i\text{эк}}$)

найлены, для различных значений переменного сопротивления R_4 найти ток I_4 и мощность P_4 :

$$I_4 = \frac{E_{\text{эк}}}{R_{i_{\text{эк}}} + R_4} \quad ; \quad P_4 = I_4^2 R_4 .$$

5. Построить график зависимости P_4 от R_4 ($P_4 = f(R_4)$ (рис. 18).

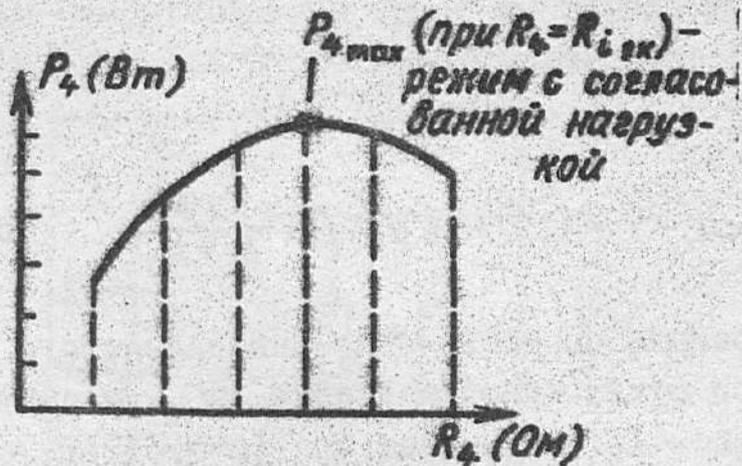


Рис. 18

Для успешного решения задачи № 3 рекомендуется: вар. 1-2 - изучить [1, § 3.15, с. 61-62], разобрать пример № 3, самостоятельно решить задачу [5, 2.178, с. 42].

Варианты 3-4 - изучить [1, § 3.21, с. 75-77], разобрать пример № 4.

Варианты 5-6 - изучить [1, § 3.22, с. 78-79], разобрать пример № 5, самостоятельно решить [5, 2.193, с. 43].

Варианты 7-8 - изучить [1, § 3.11, с. 58-59], разобрать пример № 6, самостоятельно решить задачи [5, 2.195, 2.196, с. 43].

Варианты 9-10 - изучить [1, § 3.23, с. 79-80], разобрать пример 7, самостоятельно решить задачу [5, 2.194, с. 43].

Контрольные задания

Задача № I

По временной диаграмме сигнала прямоугольной формы, приведенной на рисунке, номер которого указан в табл. 3, определите: время импульса t_u , период T , максимальное значение напряжения U_m , размах напряжения U_p . Вычислите скважность S и действующее значение напряжения U .

Таблица 3

Вариант	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ рисунка	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

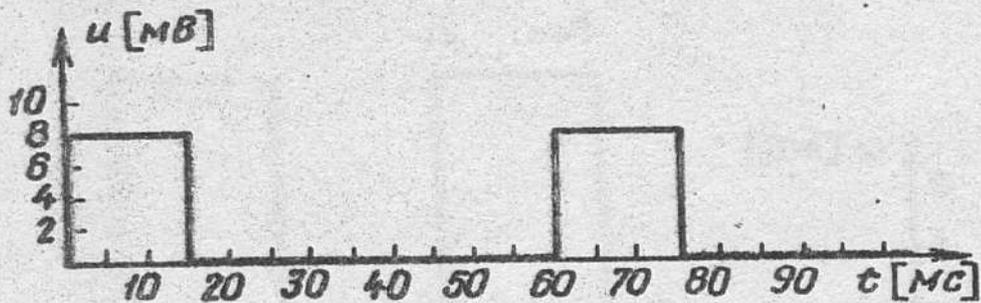


Рис. 19

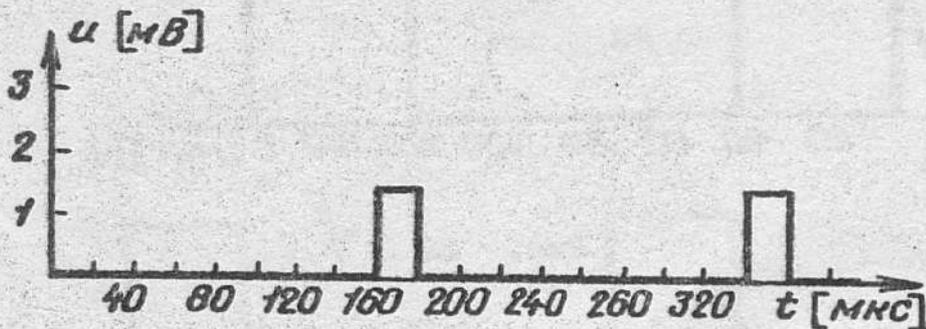


Рис. 20

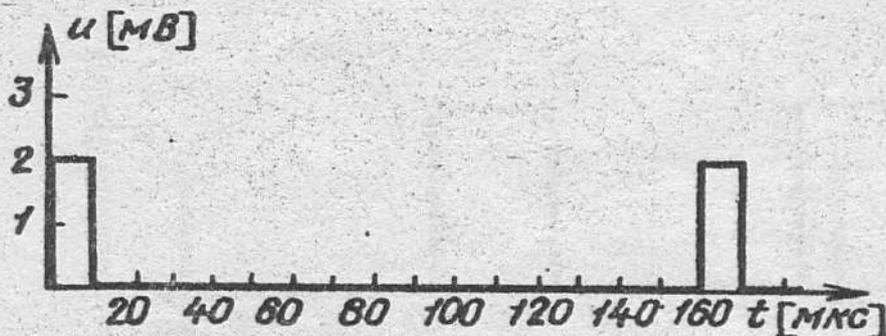


Рис. 21

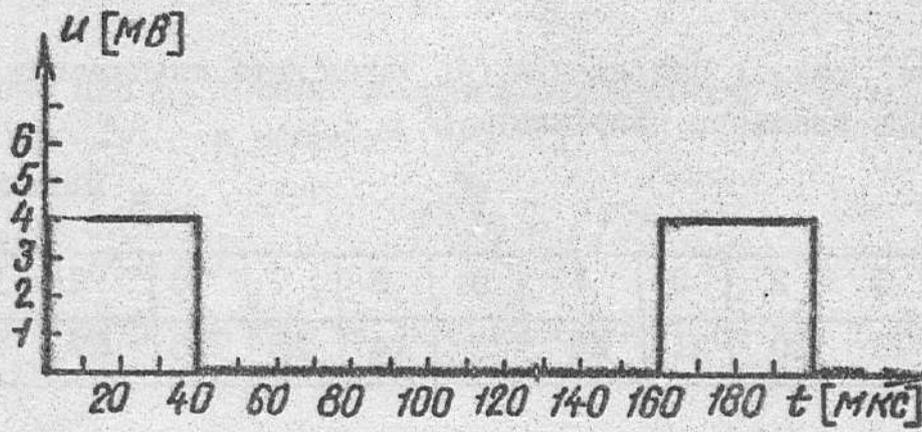


Рис. 22

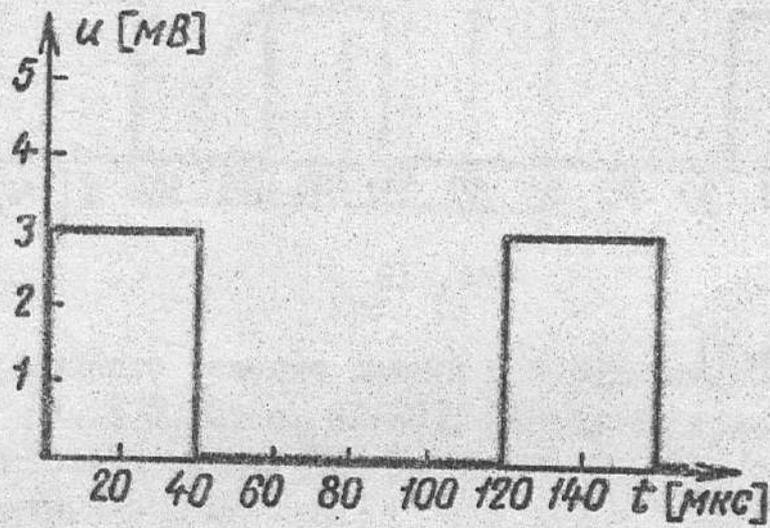


Рис. 23

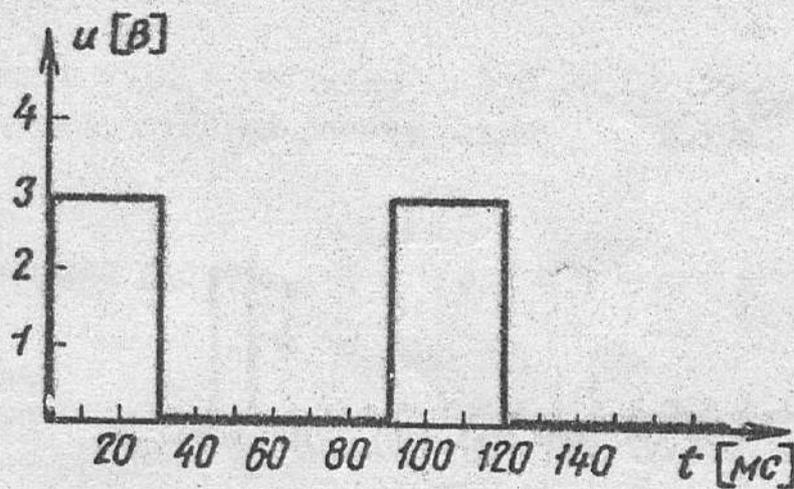


Рис. 24

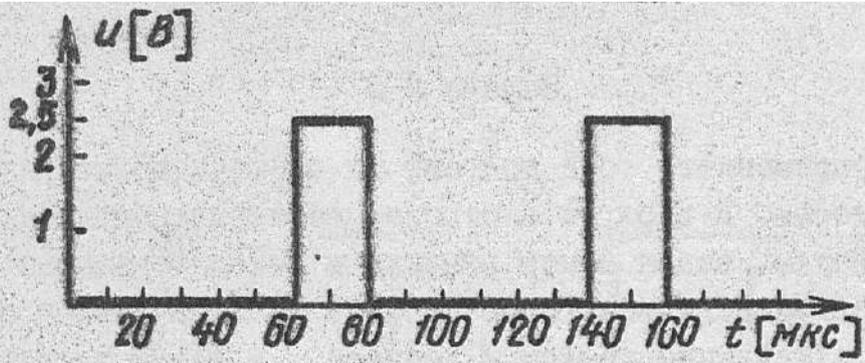


Рис. 25

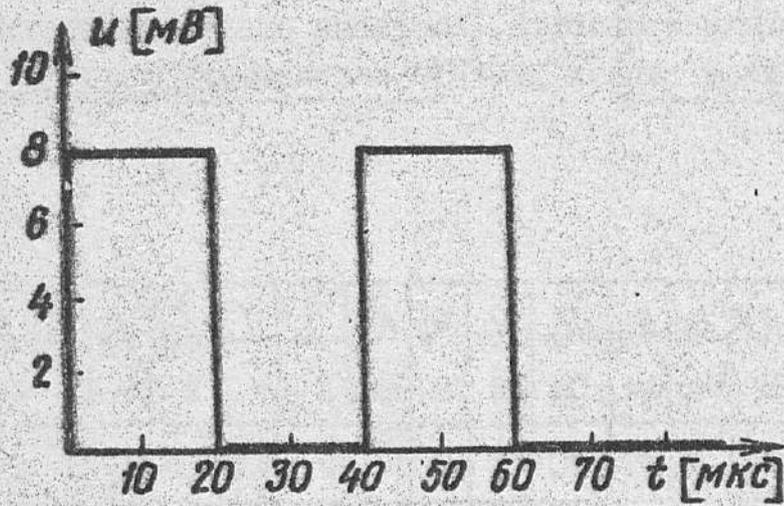


Рис. 26

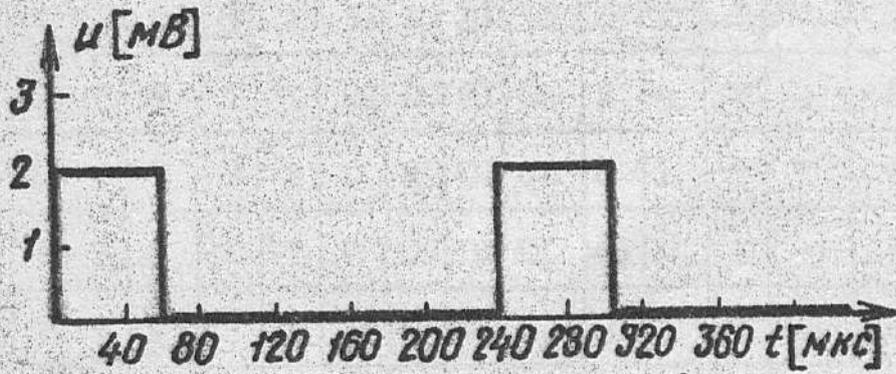


Рис. 27

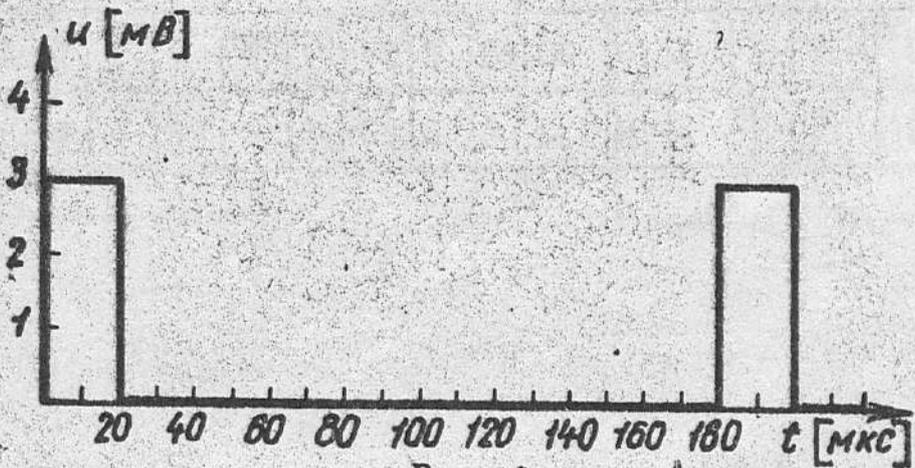


Рис. 28

Задача № 2

Для цепи переменного тока определите величины, указанные в таблице 5. Номер рисунка, исходные данные, предлагаемый метод решения также указаны в табл. 5 в строке, соответствующей номеру Вашего варианта.

Таблица 5

Варианты	Рисунки	В цепи дано:	Метод решения	Задание
1	39	$E_1=120 \text{ В}, E_2=55 \text{ В}, R_1=19 \text{ Ом}, R_{i1}=1 \text{ Ом}, R_2=23 \text{ Ом}, R_{i2}=2 \text{ Ом}, R_3=4 \text{ Ом}, R_4=6 \text{ Ом}$	Метод уравнений Кирхгофа	Определите токи во всех ветвях цепи, укажите режимы работы источников
2	40	$E_1=120 \text{ В}, E_2=20 \text{ В}, R_1=9 \text{ Ом}, R_{i1}=1 \text{ Ом}, R_2=18 \text{ Ом}, R_{i2}=2 \text{ Ом}, R_3=15 \text{ Ом}$		
3	39	$E_1=108 \text{ В}, E_2=72 \text{ В}, R_1=22 \text{ Ом}, R_{i1}=2 \text{ Ом}, R_2=23 \text{ Ом}, R_{i2}=1 \text{ Ом}, R_3=8 \text{ Ом}, R_4=4 \text{ Ом}$	Метод наложения	
4	40	$E_1=60 \text{ В}, E_2=135 \text{ В}, R_1=19 \text{ Ом}, R_{i1}=1 \text{ Ом}, R_2=28 \text{ Ом}, R_{i2}=2 \text{ Ом}, R_3=60 \text{ Ом}$		
5	41	$E_1=150 \text{ В}, E_2=100 \text{ В}, E_3=90 \text{ В}, R_1=29 \text{ Ом}, R_{i1}=R_{i2}=R_{i3}=1 \text{ Ом}, R_2=9 \text{ Ом}, R_3=14 \text{ Ом}, R_4=10 \text{ Ом}$	Метод двух узлов	
6	42	$E_1=100 \text{ В}, E_2=60 \text{ В}, E_3=20 \text{ В}, R_1=18 \text{ Ом}, R_{i1}=2 \text{ Ом}, R_2=29 \text{ Ом}, R_{i2}=1 \text{ Ом}, R_3=10 \text{ Ом}, R_{i3}=0, R_4=60 \text{ Ом}$		
7	43	$U=125 \text{ В}, R_1=4 \text{ Ом}, R_2=30 \text{ Ом}, R_3=30 \text{ Ом}, R_4=40 \text{ Ом}, R_5=18 \text{ Ом}, R_6=8 \text{ Ом}$	Метод преобразования треугольника (ABC) в эквивалентную звезду	
8	44	$U=60 \text{ В}, R_1=20 \text{ Ом}, R_2=30 \text{ Ом}, R_3=50 \text{ Ом}, R_4=20 \text{ Ом}, R_5=5 \text{ Ом}, R_6=2 \text{ Ом}$		
9	45	$E=64 \text{ В}, R_1=23 \text{ Ом}, R_{i1}=1 \text{ Ом}, R_2=12 \text{ Ом}, R_3=6 \text{ Ом}, R_4=18 \text{ Ом}, R_5=2 \text{ Ом}, R_6=(2; 4; 8; 12; 14) \text{ Ом}$	Метод эквивалентного генератора	Определите ток в резисторе с переменным сопротивлением R_6 . Постройте график зависимости $P_6=f(R_6)$
10	46	$E=160 \text{ В}, R_1=36 \text{ Ом}, R_{i1}=2 \text{ Ом}, R_2=11 \text{ Ом}, R_3=9 \text{ Ом}, R_4=22 \text{ Ом}, R_5=5 \text{ Ом}, R_6=(4; 12; 20; 28; 36) \text{ Ом}$		

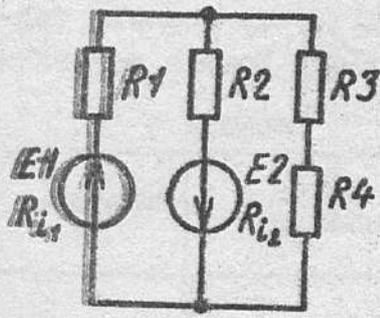


Рис. 39

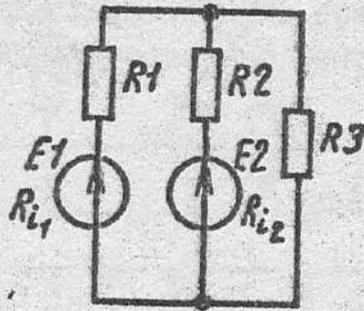


Рис. 40

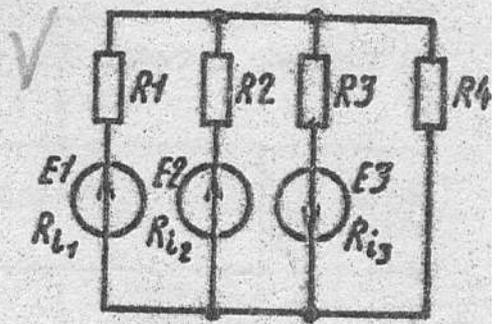


Рис. 41

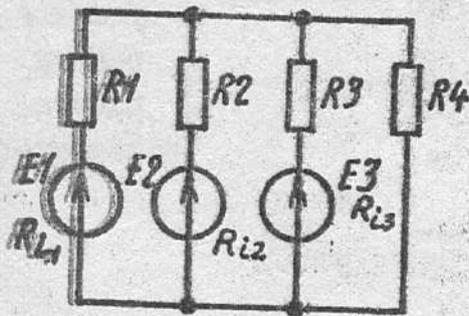


Рис. 42

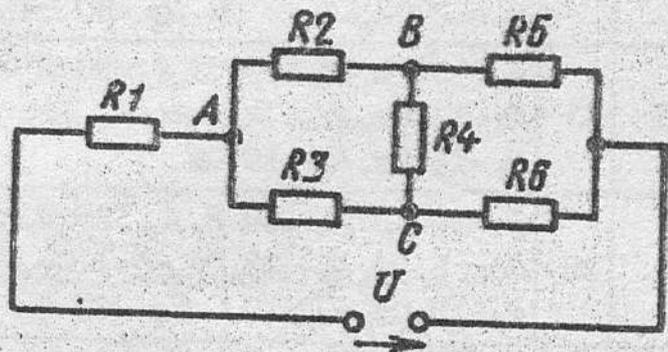


Рис. 43

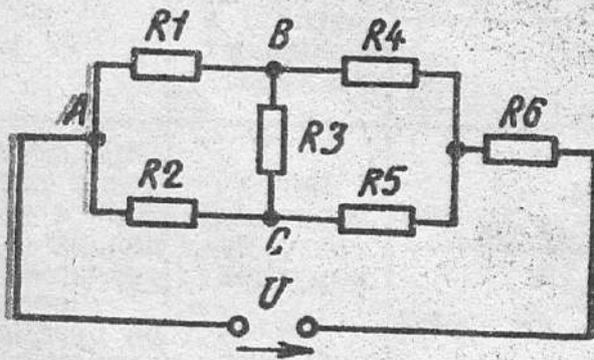


Рис. 44

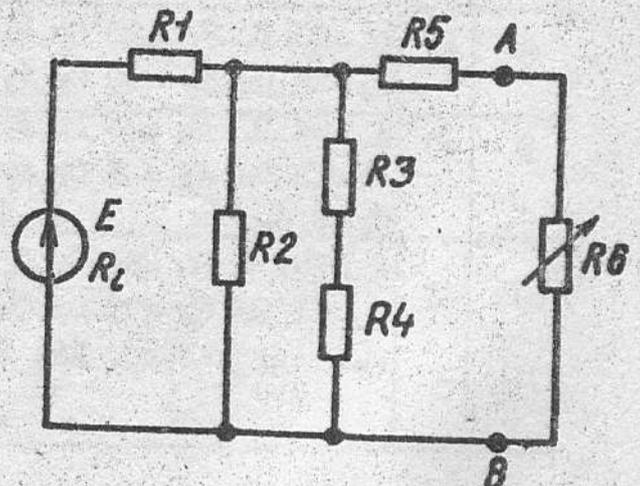
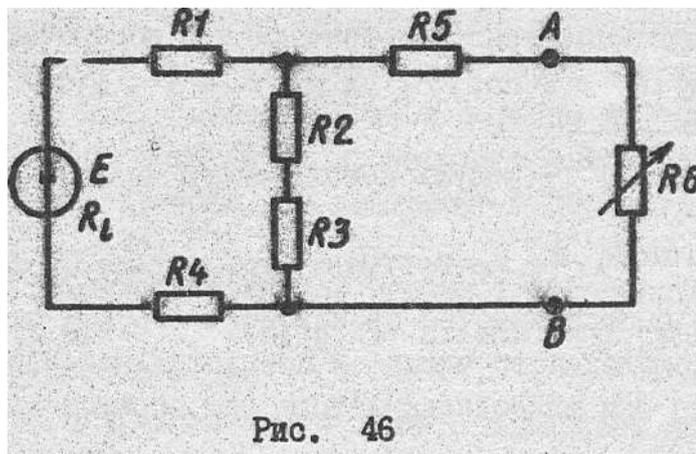


Рис. 45



Список рекомендуемой литературы

Основная

1. Добротворский И.Н. Теория электрических цепей. -М.: Радио и связь, 1989.

Дополнительная

1. Евдокимов Ф.Е. Теоретические основы электротехники. - М.: Высшая школа, 1981 г. Изд.5.
2. Шимаков Ю.С. Колодянский Ю.М. Основы радиотехники. М.: Радио и связь, Ачасов Г.А. Розумовская Е.К. Сборник задач по теории электрических цепей.-М.: Радио и связь, 1984 г.
3. Панфилов Д.И. Иванов В.С., Чепурин И.Н. Электротехника в экспериментах и упражнениях.