


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 25.01.2024 16:16:35
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d37e5101feabb175e943df4a48511da16d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра механики, мехатроники и робототехники

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
«23» 10 2023 г.



ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И СХЕМОТЕХНИКА

Методические указания по выполнению самостоятельных работ
для студентов направления 18.03.01 Химическая технология

Курск 2023

УДК 62.83

Составители: А.В. Мальчиков, Е.С. Тарасова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Е.Н. Политов

Электротехника и схемотехника: методические указания по выполнению самостоятельных работ по дисциплине «Электротехника и схемотехника» для студентов направления подготовки 18.03.01 Химическая технология» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В. Мальчиков, Е.С. Тарасова. Курск, 2023. 27с.

Содержатся сведения о базовых законах и принципах проектирования и эксплуатации устройств и приборов, применяемых для контроля процессов получения, обработки и качества, применяемых в физико-химических и материаловедческих лабораториях, а также на производстве с позиций электротехники, электроники и схемотехники. Приводятся контрольные вопросы и задачи для самоконтроля.

Предназначены для студентов направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология» всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1\16
Усл.печ.л. .Уч.изд.л. .Тираж 50 экз.Заказ:1184 Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г.Курск, ул.50 лет Октября, 94.

Содержание

1. Основные понятия и определения электротехники.	4
2. Основные режимы и законы в электрических цепях.	8
3. Цепи синусоидального тока.....	10
4. Устройство и принцип действия полупроводниковых приборов.	13
5. Биполярные и полевые транзисторы. Модель Эберса-Молла для основных транзисторных схем	18
6. Микропроцессорные устройства.....	26
Список литературы	27

1. Основные понятия и определения электротехники.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ:

1. Понятие электрической цепи.
2. Понятие вольт-амперной характеристики.
3. Активные элементы.
4. Пассивные элементы.
5. Сопротивление
6. Индуктивность
7. Емкость.
8. Электрическая мощность
9. Схемы замещения.
10. Обозначение элементов на схемах.
11. Источники ЭДС
12. Источники тока.
13. Идеальные источники тока и напряжения.

Параллельное соединение резисторов

14. Последовательное соединение резисторов

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задача 1.

1. Определить эквивалентное сопротивление относительно зажимов схемы на рис. 1.1:

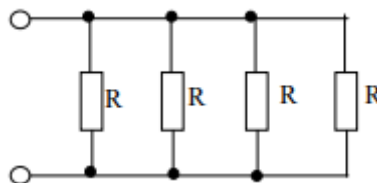


Рис. 1.1. Схема к задаче 1.

Задача 2.

Определить входное сопротивление относительно зажимов схемы на рис. 1.2, если $R=10$ Ом.

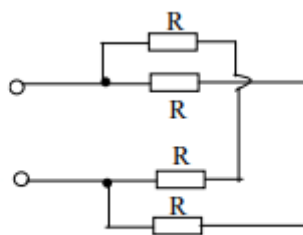


Рис. 1.2. Схема к задаче 2.

Задача 3.

Определить эквивалентное сопротивление на зажимах схемы рис. 1.3, при замкнутом и разомкнутом ключе, если $R=20$ Ом.

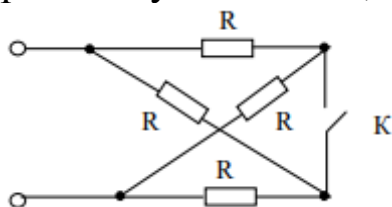


Рис. 1.3. Схема к задаче 3.

Задача 4.

Определить эквивалентное сопротивление цепи для схемы рис. 1.4, если $R=4$ Ом.

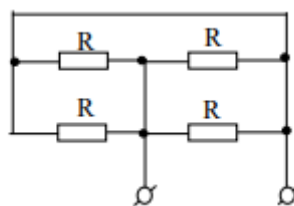


Рис. 1.4. Схема к задаче 4.

Задача 5.

Определить эквивалентное сопротивление на зажимах схемы рис. 1.5, при замкнутом и разомкнутом ключе, если $R=15$ Ом.

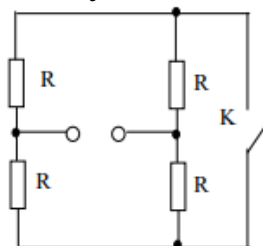


Рис. 1.5. Схема к задаче 5.

Задача 6.

Определить эквивалентное сопротивление цепи, изображенной рис. 1.6, если $R_1=R_3=8$ Ом. $R_2=R_4=4$ Ом , $R_5=R_6=2$ Ом.

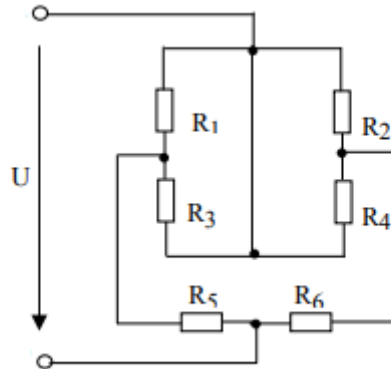


Рис. 1.6. Схема к задаче 6.

Задача 7.

Определить эквивалентное сопротивление цепи, изображенной рис. 1.7, если $R_1=R_3=6$ Ом, $R_2=1,5$ Ом, $R_4=2$ Ом, $R_5=R_6=R_7=3$ Ом.

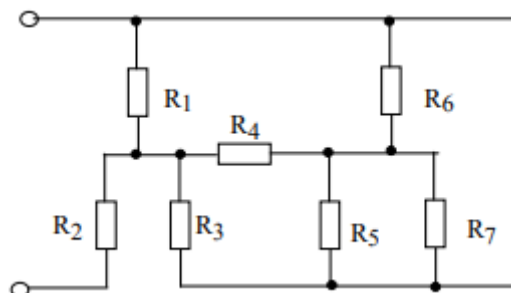


Рис. 1.7. Схема к задаче 7.

Задача 8.

Определить эквивалентное сопротивление цепи, изображенной рис. 1.8, если $R_1=20$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=30$ Ом, $R_4=30$ Ом, $R_5=60$ Ом, $R_6=10$ Ом, $R_7=10$ Ом, $R_8=30$ Ом, $R_9=20$ Ом, $R_{10}=40$ Ом.

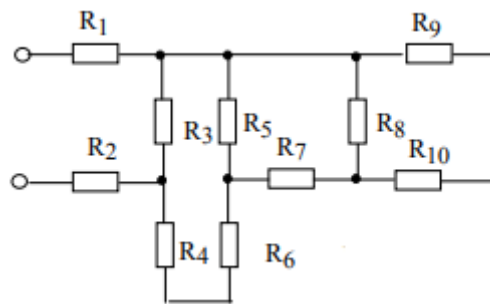


Рис. 1.8. Схема к задаче 8.

Задача 9.

Определить эквивалентное сопротивление цепи, изображенной рис. 1.9, если $R_1=1$ Ом, $R_2=6$ Ом, $R_3=3$ Ом, $R_4=3$ Ом, $R_5=1$ Ом, $R_6=6$ Ом, $R_7=4$ Ом, $R_8=8$ Ом, $R_9=1$ Ом.

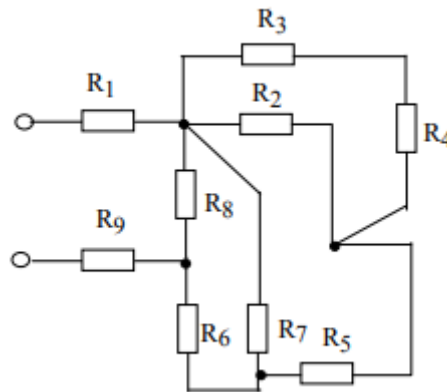


Рис. 1.9. Схема к задаче 9.

Задача 10.

Определить эквивалентное сопротивление цепи, изображенной рис. 1.10, если $R_1=3$ Ом, $R_2=1,5$ Ом, $R_3=6$ Ом, $R_4=3$ Ом, $R_5=3$ Ом, $R_6=3$ Ом, $R_7=9$ Ом, $R_8=9$ Ом, $R_9=9$ Ом.

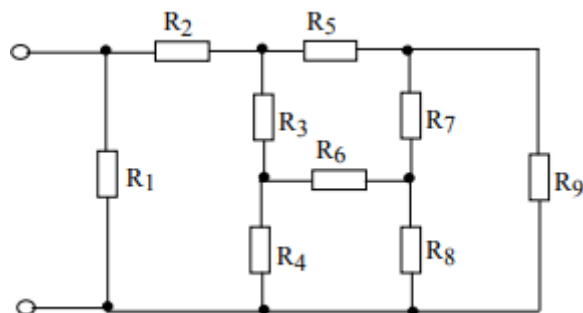


Рис. 1.10. Схема к задаче 10.

2. Основные режимы и законы в электрических цепях.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ:

1. Топология электрической цепи.
2. Понятие ветви.
3. Понятие узла.
4. Понятие контура.
5. Режим холостого хода.
6. Режим короткого замыкания.
7. Номинальный режим работы цепи.
8. Согласованный режим работы цепи.
9. Закон Ома.
10. I Закон Кирхгофа.
11. II Закон Кирхгофа.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задача 1.

Определить показание вольтметра в электрической цепи показанной на рис. 2.1, если $E_1=24$ В, $E_2=12$ В, $R_1=30$ Ом, $R_2=20$ Ом. В каких режимах работает активные элементы E_1 , E_2 ?

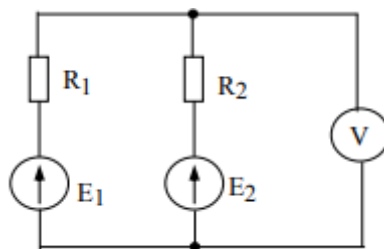


Рис. 2.1. Схема к задаче 1.

Задача 2.

Определить показание вольтметра в электрической цепи показанной на рис. 2.2, если $E=24$ В, $R=3$ Ом, $R_1=11$ Ом, $R_2=14$ Ом, $R_3=16$ Ом, $R_4=9$ Ом.

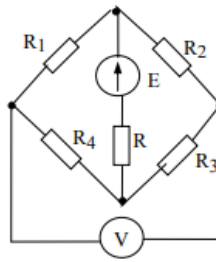


Рис. 2.2. Схема к задаче 2.

Задача 3.

Определить показание амперметра в электрической цепи показанной на рис. 2.3, если $E=60$ В, $R_1=40$ Ом, $R_2=30$ Ом, $R_3=20$ Ом, $R_4=10$ Ом.

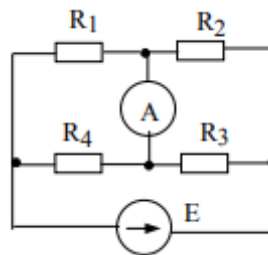


Рис. 2.3. Схема к задаче 2.

Задача 4.

Определить ток и режимы работы источника электрической энергии, работающего в цепи, изображенной на рис. 2.4, если $E=50$ В, $r = 0,2$ Ом, $R_1=R_2=R_3=30$.

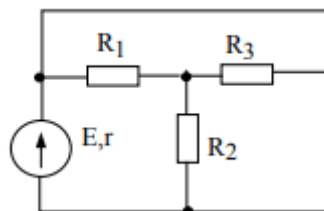


Рис. 2.4. Схема к задаче 2.

Задача 5.

Определить показание амперметра в цепи показанной на рис. 2.5, если $E=100$ В, $R_1=20$ Ом, $R_2=30$ Ом, $R_3=60$ Ом.

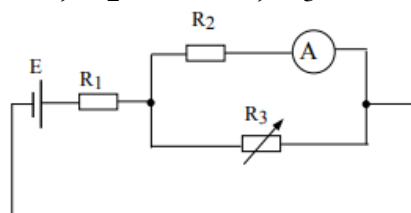


Рис. 2.5. Схема к задаче 2.

3. Цепи синусоидального тока

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ:

1. Основные понятия и определения.
2. Источники синусоидального напряжения.
3. Источники синусоидального тока.
4. Мощность цепи синусоидального тока.
5. Представление синусоидальных величин векторами и комплексными числами.
6. Векторная диаграмма.
7. Резистивный элемент в цепи синусоидального тока.
8. Индуктивный элемент в цепи синусоидального тока.
9. Емкостный элемент в цепи синусоидального тока.
10. Анализ последовательной цепи синусоидального тока.
11. Анализ параллельной цепи синусоидального тока.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задача 1.

Определить период изменения синусоидального тока, если угловая частота 157 с^{-1}

Задача 2.

Мгновенное значение тока в цепи $i=100\sin\omega t$. Найти среднее значение этого тока за половину периода.

Задача 3.

Определить амплитуду напряжения $u=U_m\sin(\omega t + \pi/2)$, если при $t=0$ $U=200 \text{ В}$.

Задача 4.

Конденсатор, емкость которого 7 мкФ , включен под напряжение $u=500\sin 314t$. Написать выражение для мгновенного значения тока и построить в масштабе графики изменения тока и напряжения

Задача 5.

К катушке с индуктивностью 50 мГн и $R=0$ приложено напряжение $u=157\sin 314t$. Написать выражение для мгновенного значения тока и построить в масштабе графики изменения тока и напряжения

Задача 6.

Конденсатор емкостью $C=10 \text{ мкФ}$ подключен к источнику с напряжением $u=150\sin 500t \text{ В}$. Написать выражение мгновенного значения тока в цепи конденсатора и определить его действующее значение.

Задача 7.

К генератору с напряжением $u=283\sin 500t$ подключен реостат с сопротивлением $R=10 \text{ Ом}$. Написать выражение мгновенного значения тока в реостате и найти его действующее значение.

Задача 8.

Мгновенные значения двух переменных токов записываются выражениями: $i_1=50\sin(\omega t+0^\circ)$, $i_2=50\sin(\omega t+90^\circ)$. Записать мгновенное значение результирующего тока, равного сумме двух заданных токов.

Задача 9.

Емкостное сопротивление конденсатора при частоте 1000 Гц составляет 20 Ом . Определить емкость конденсатора.

Задача 10.

Катушку, активным сопротивлением которой можно пренебречь, включили под синусоидальное напряжение 380 В частотой 50 Гц , и в ней установили ток 4 А . Определить индуктивность катушки.

Задача 11.

К источнику с напряжением $u=120\sin 1000t \text{ В}$ подключена катушка, ток в которой описывается уравнением $i=8\sin(1000t -53^\circ)$ А. Найти индуктивность и активное сопротивление катушки.

Задача 12.

Комплексные действующие значения напряжения и тока в приемнике соответственно равны $U=400$ В, $I=4-j4$ А. Определить параметры приемника, его характер, угол сдвига фаз напряжения и тока.

Задача 13.

Определить сопротивление и проводимость конденсатора емкостью $C = 1$ мкФ при подключении к источнику напряжения частотой 50 Гц.

Задача 14.

Определить параметры приемника и угол сдвига фаз, если $U=120e^{-j\pi/6}$, $I = 4e^{j\pi/6}$.

Задача 15.

Определить параметры приемника и угол сдвига фаз между напряжением и током, если $U = 200e^{j37^\circ}$, $I = 2e^{-j53^\circ}$.

4. Устройство и принцип действия полупроводниковых приборов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ:

1. Проводники,
2. Полупроводники,
3. Диэлектрики.
4. Электронная и дырочная проводимость.
5. Полупроводники n-типа
6. Полупроводники p-типа.
7. Потенциальный барьер.
8. Диод.
9. Вольтамперная характеристика диода.
10. Обратное напряжение диода.
11. Схемы выпрямителей.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задача 1.

При прямом напряжении 0,9 В максимально допустимый ток диода равен 300 мА. Определить наибольшее напряжение источника, при котором диод будет работать в безопасном режиме, если этот диод соединить последовательно с резистором сопротивлением $R_H = 17 \text{ Ом}$?

Задача 2.

Аккумуляторная батарея, ЭДС которой $E = 12 \text{ В}$, внутреннее сопротивление $R_0 = 1 \text{ Ом}$, заряжается через однофазный мостовой выпрямитель, подключенный к трансформатору с вторичным напряжением $u_2 = 22 \cdot \sin(\omega t) \text{ В}$. Начертить электрическую схему зарядной установки и определить среднее значение зарядного тока.

Задача 3.

Определить параметры Г-образного LC-фильтра к однополупериодному выпрямителю, если коэффициент пульсации напряжения нагрузки 0,02, частота питающей сети $f = 50 \text{ Гц}$, сопротивление нагрузки $R_H = 200 \text{ Ом}$.

Задача 4.

Мостовой однофазный выпрямитель рассчитан на напряжение нагрузки – $U_H = 100$ В, ток – $I_H = 150$ мА. Для схемы выбраны диоды Д207 с предельными параметрами $I_{пр\ max} = 100$ мА и $U_{обр\ max} = 200$ В. Сохранит ли выпрямитель свои функции при обрыве цепи одного из диодов? Останутся ли работоспособными оставшиеся диоды?

Задача 5.

Определить частоту пульсаций основной гармоники напряжения на нагрузке трехфазного мостового выпрямителя, если напряжение первичной обмотки трансформатора имеет частоту $f = 400$ Гц.

Задача 6.

Определить действующее значение напряжения вторичной обмотки трансформатора в схеме двухполупериодного мостового выпрямителя, если прямой ток каждого диода $I_{пр} = 150$ мА, а сопротивление нагрузки $R_H = 430$ Ом.

Задача 7.

В однополупериодном выпрямителе амплитуда напряжения вторичной обмотки трансформатора $U_2 = 12$ В, прямое сопротивление диода $R_{пр} = 20$ Ом, обратное сопротивление $R_{обр}$ считать равным бесконечности, сопротивление нагрузки $R_H = 100$ Ом. Определить амплитуды тока и напряжения нагрузки $I_{H\ max}$, $U_{H\ max}$, а также их средние значения $I_{H.cр}$, $U_{H.cр}$.

Задача 8.

В однофазном мостовом выпрямителе $U_2 = 16$ В, амплитуда тока нагрузки $I_{H\ max} = 0,2$ А, сопротивление нагрузки $R_H = 50$ Ом. Определить прямое сопротивление диодов $R_{пр}$.

Задача 9.

Определить амплитуду напряжения на нагрузке в двухполупериодном выпрямителе, если прямой ток каждого диода $I_{пр} = 20$ мА, а сопротивление нагрузки $R_H = 10$ Ом.

Задача 10.

В биполярном транзисторе $I_K = 10$ мА, $I_E = 10,5$ мА. Определить коэффициенты передачи тока α и β , если тепловым током можно пренебречь.

Задача 11.

Биполярный транзистор с коэффициентом передачи тока $\beta = 100$ имеет $I_B = 10$ мкА. Определить I_K и I_E , если тепловым током можно пренебречь. Сравнить токи I_K и I_E .

Задача 12.

Усилитель имеет следующие динамические параметры: $K_U = 250$, $R_{вх} = 0,5$ кОм, $R_{вых} = 1$ кОм. Рассчитать коэффициент передачи цепи обратной связи β , который позволит повысить входное сопротивление до 2 кОм. Определить параметры усилителя с учетом отрицательной обратной связи (ООС).

Задача 13.

Двухкаскадный усилитель с коэффициентами усиления каскадов $K_{U1} = 100$ и $K_{U2} = 20$ охвачен общей отрицательной обратной связью по напряжению с $\beta = 0,02$. Определить общий коэффициент усиления с учетом отрицательной обратной связи (ООС).

Задача 14.

Биполярный транзистор, имеющий коэффициент передачи тока базы $\beta = 100$, включен по схеме с общим эмиттером. Определить ток базы I_B , ток эмиттера I_E , коэффициент передачи тока эмиттера α , если ток коллектора $I_K = 1$ мА.

Задача 15.

Усилитель имеет следующие динамические параметры: $K_U = 100$, $R_{вх} = 1$ кОм, $R_{вых} = 10$ кОм. Рассчитать коэффициент передачи β цепи обратной связи, которая позволит повысить входное сопротивление до 5 кОм. Определить параметры усилителя с учетом отрицательной обратной связи (ООС).

Задача 16.

Двухкаскадный усилитель с коэффициентами усиления каскадов $K_{U1} = 50$ и $K_{U2} = 60$ охвачен общей ООС по напряжению с $\beta = 0,01$. Определить общий коэффициент усиления с учетом ООС.

Задача 17.

Определить выходное напряжение $U_{\text{вых}}$ и коэффициент усиления напряжения K_{OC} усилителя с последовательной обратной связью, если на вход усилителя, кроме входного сигнала $U_{\text{вх}} = 0,2$ В, подано напряжение обратной связи $U_{\text{OC}} = 0,1$ В, действующее в противофазе с входным (ООС). Коэффициент усиления без обратной связи $K_U = 20$.

Задача 18.

В режиме холостого хода на выходе усилителя $U_{\text{вых}} = 2$ В, а при подключении нагрузки $R_{\text{н}} = 2$ кОм $U_{\text{вых}} = 1$ В. Рассчитайте $R_{\text{вых}}$ усилителя.

Задача 19.

При включении транзистора по схеме с ОБ коэффициент передачи тока $\alpha = 0,98$. Сопротивление нагрузки $R_{\text{н}} = 5$ кОм. Определить входное сопротивление транзистора, если те же элементы включить по схеме с ОК.

Задача 20.

На выходе двухкаскадного усилителя напряжение $U_{\text{вых}} = 2$ В. Определить напряжение на входе каждого каскада, если коэффициенты усиления напряжения первого каскада $K_{U1} = 40$, второго – $K_{U2} = 20$.

Задача 21.

Составить устройство на базе операционного усилителя для реализации функции $U_{\text{вых}} = -K_U (U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх2}} + U_{\text{вх3}})$. Определить параметры цепи, если известны $R_{\text{OC}} = 20$ кОм, $K_U = 5$.

Задача 22.

Составить устройство на базе операционного усилителя для реализации функции $U_{\text{ВЫХ}} = -2U_{\text{ВХ1}} - 3U_{\text{ВХ2}} + U_{\text{ВХ3}}$. Определить параметры цепи, если $R_{\text{ОС}} = 20 \text{ кОм}$.

Задача 23.

На операционном усилителе построить устройство, инвертирующее фазу сигнала без изменения его амплитуды. Рассчитать сопротивление резисторов схемы, если $R_{\text{ОС}} = 1,2 \text{ кОм}$.

5. Биполярные и полевые транзисторы. Модель Эберса-Молла для основных транзисторных схем

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ:

1. Правила расчета схем с транзисторами.
2. Коэффициент передачи по току.
3. Схема эмиттерного повторителя.
4. Схема усилителя с общим эмиттером.
5. Схема источника тока на биполярном транзисторе.
6. Уравнение Эберса-Молла. Эффект Миллера.
7. Эффект Эрли.
8. Дифференциальный и синфазный сигнал.
9. Схема дифференциального усилителя.
10. Полевые транзисторы с р-п переходом, устройство и принцип работы.
11. Полевые транзисторы с изолированным затвором.
12. МОП (МДП) транзисторы, устройство и принцип работы.
13. Вольтамперные характеристики полевых транзисторов.
14. Источник тока на полевом транзисторе.
15. Ключ на ПТ.
16. Заряд затвора, определение мощности драйвера.
17. ПТ в режиме переключения

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задача 1.

Определить среднюю величину выходного напряжения выпрямителя и напряжение пульсаций в схеме, изображенной на рис. 5.1

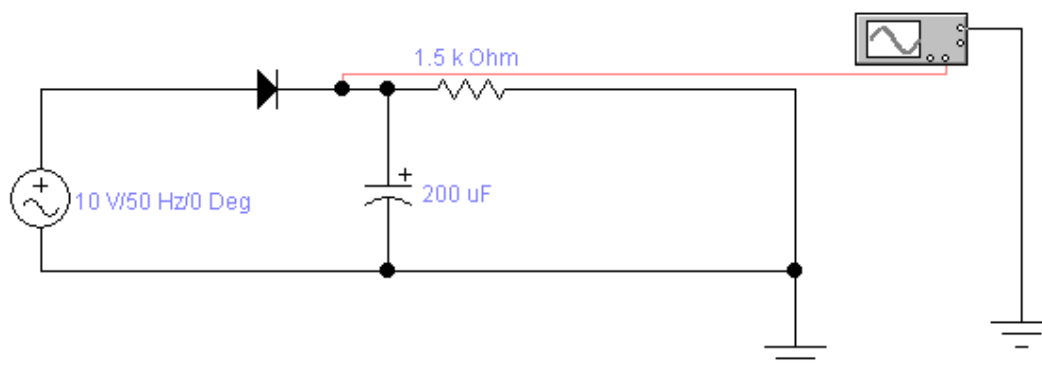


Рис. 5.1. Схема к задаче 1.

Задача 2.

Нарисовать схему токового зеркала и определить диапазон работоспособности схемы для следующих условий: задающий ток 4 мА, напряжение питания 5 В, коэффициент отражения 1.

Задача 3.

Определить показания измерительных приборов на рис. 5.2.

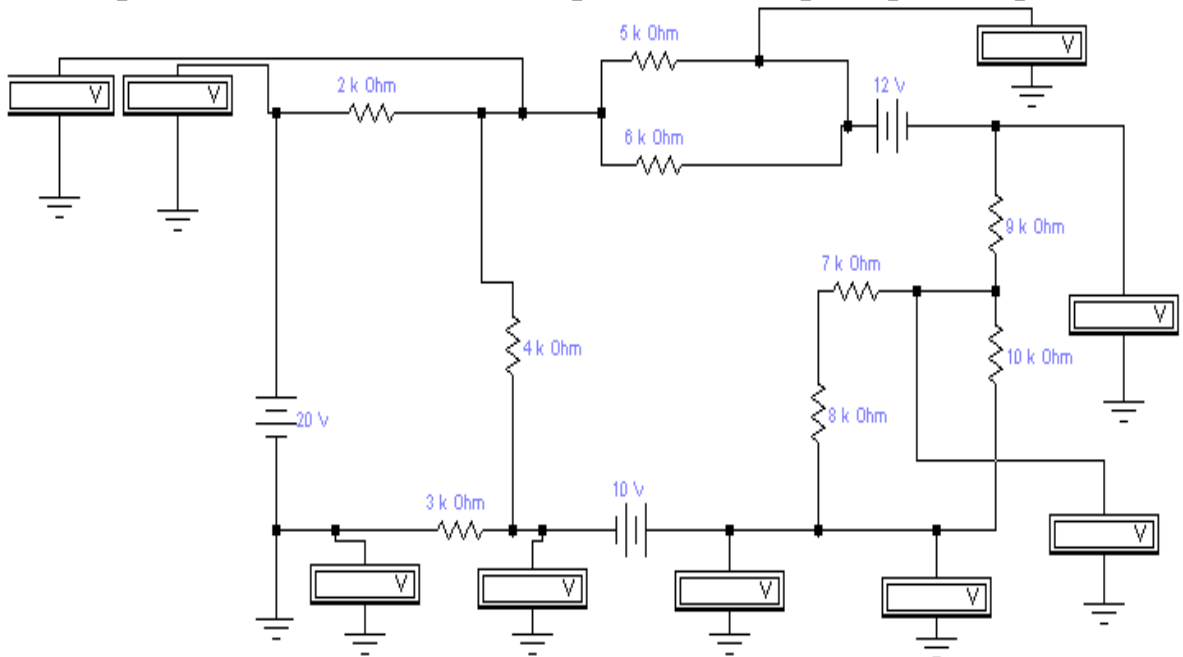


Рис. 5.2. Схема к задаче 3.

Задача 4.

Определить все возможные значения сопротивлений резисторов в схеме источника тока на рис. 18.

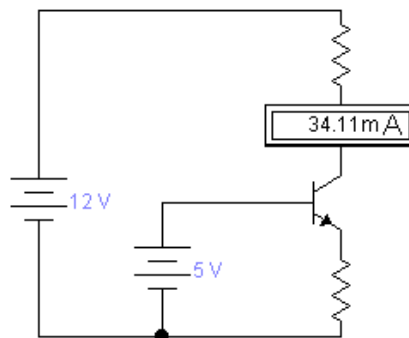


Рис. 5.3. Схема к задаче 4.

Задача 5.

Определить величину затворного резистора для транзистора IRF3705 при частоте коммутации 15 кГц. Время переключения транзистора не более 80 нс.

Задача 6.

Определить среднее значение выходного напряжения и изобразить форму выходного сигнала для схемы, изображенной на рис. 5.3.

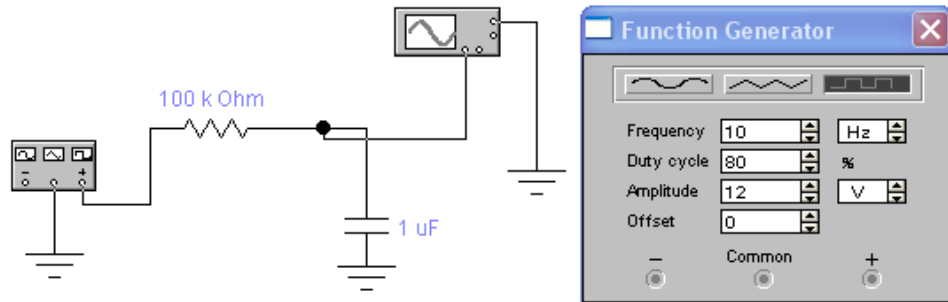


Рис. 5.3. Схема к задаче 6.

Задача 7.

На основе показаний измерительных приборов определить номиналы резисторов схемы на рис. 5.4.

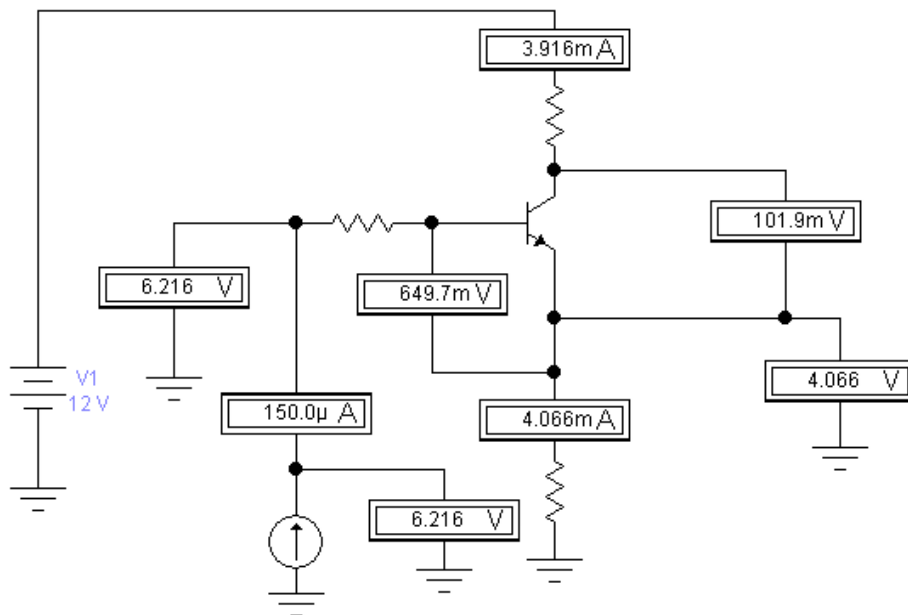


Рис. 5.4. Схема к задаче 7.

Задача 8.

Определить среднюю величину выходного напряжения и напряжение пульсаций мостового выпрямителя на рис. 5.5.

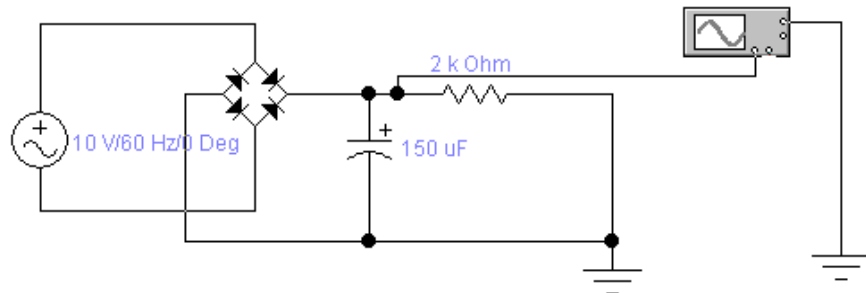


Рис. 5.5. Схема к задаче 8.

Задача 9.

Определить номиналы резисторов и посчитать КОСС для схемы на рис. 5.6.

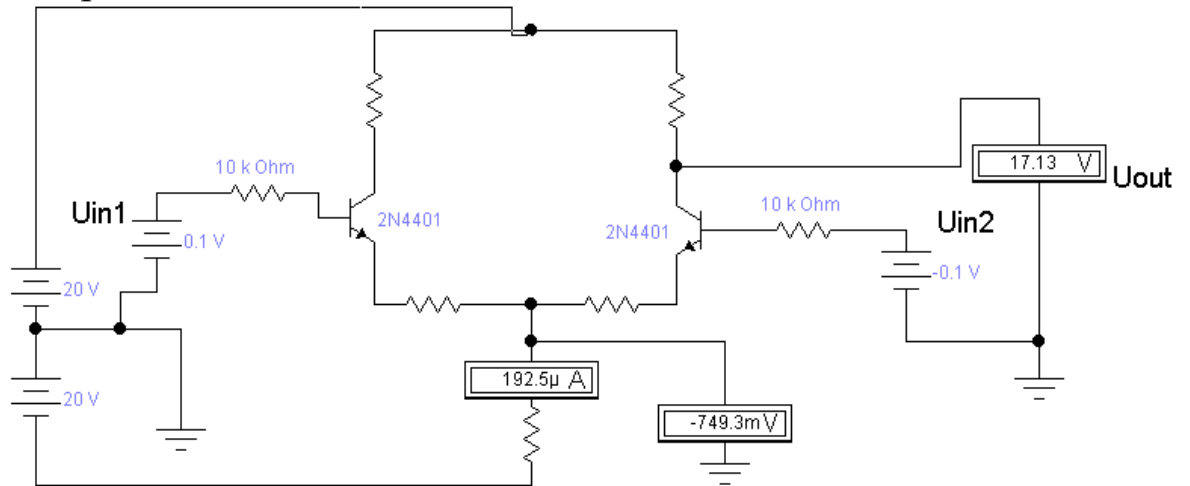


Рис. 5.6. Схема к задаче 9.

Задача 10.

Определить показания вольтметра на рис. 5.10.

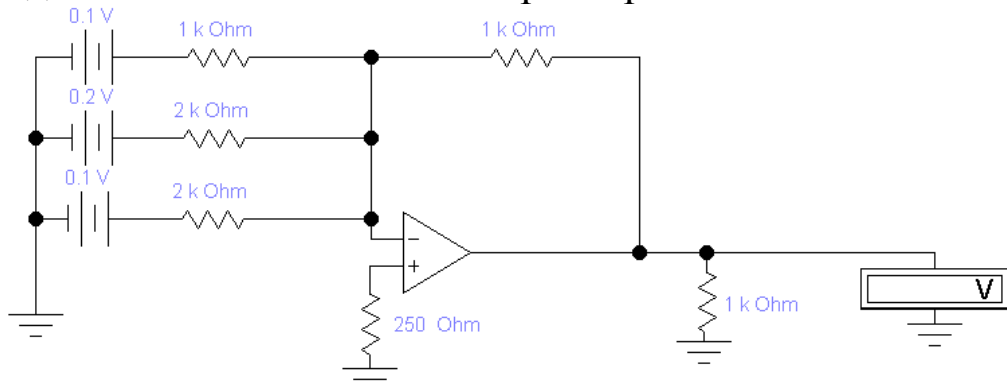


Рис. 5.10. Схема к задаче 9.

Задача 11.

Нарисовать схему стабилизатора напряжения и определить параметры компонентов схемы исходя из следующего задания: входное напряжение 12 В, выходное напряжение 5 В, номинальный ток нагрузки 0.6 А.

Задача 12.

На основе показаний измерительных приборов определить номиналы резисторов схемы на рис. 5.11.

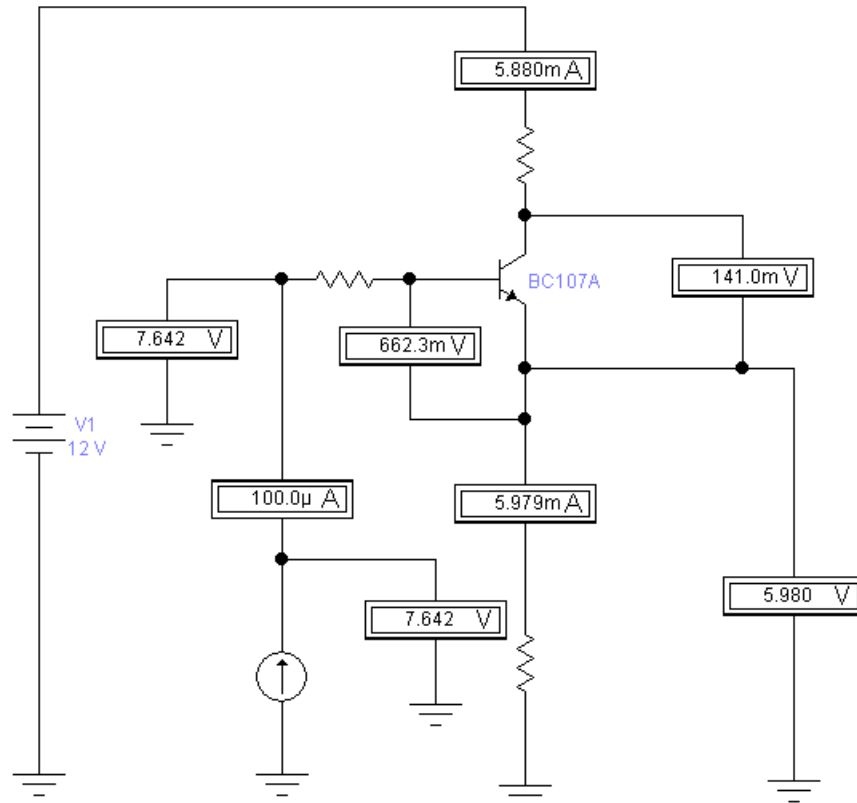


Рис. 5.11. Схема к задаче 12.

Задача 13.

Определить величину затворного резистора для транзистора IRF5802 при частоте коммутации 40 кГц. Время переключения транзистора не более 10 нс.

Задача 14.

Определить показания измерительных приборов на рис. 5.12.

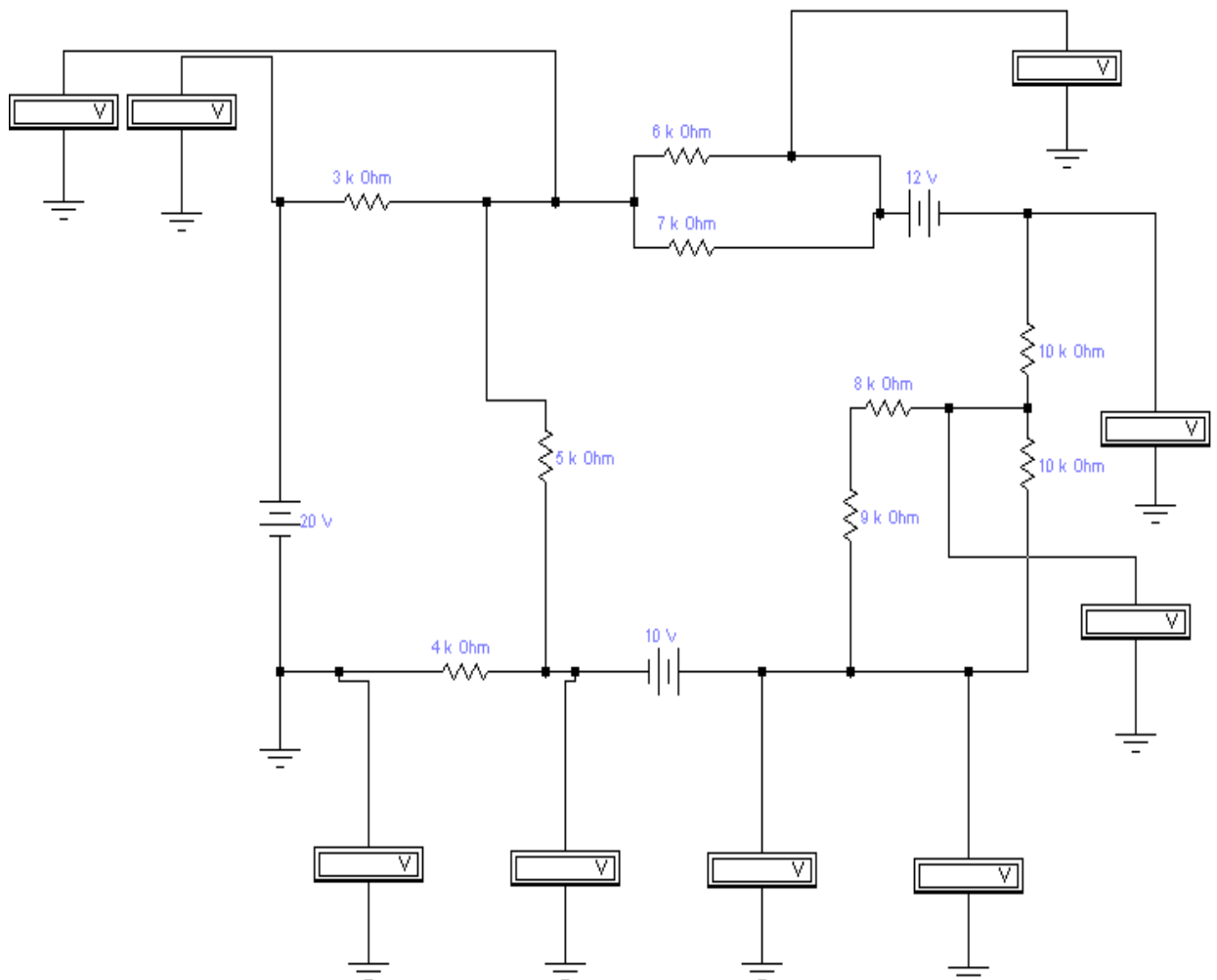


Рис. 5.11. Схема к задаче 12.

Задача 15.

Нарисовать схему усилителя с общим эмиттером и определить параметры элементов схемы для следующих условий: коэффициент усиления 10, напряжение питания схемы 15 В, ток покоя 2 мА.

Задача 16.

Определить величину затворного резистора для транзистора IRF3710S при частоте коммутации 15 кГц. Время переключения транзистора не более 90 нс.

Задача 17.

Определить среднюю величину выходного напряжения и напряжение пульсаций мостового выпрямителя на рис. 5.12.

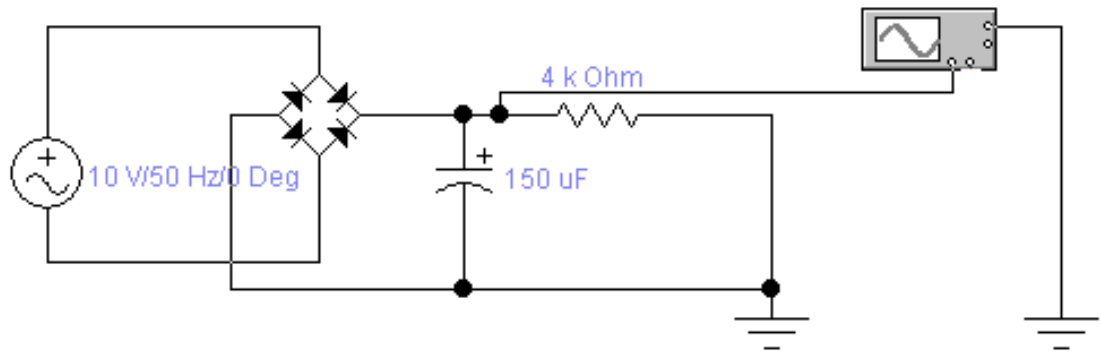


Рис. 5.12. Схема к задаче 17.

Задача 18.

Определить номиналы резисторов и посчитать КОСС для схемы на рис. 5.13.

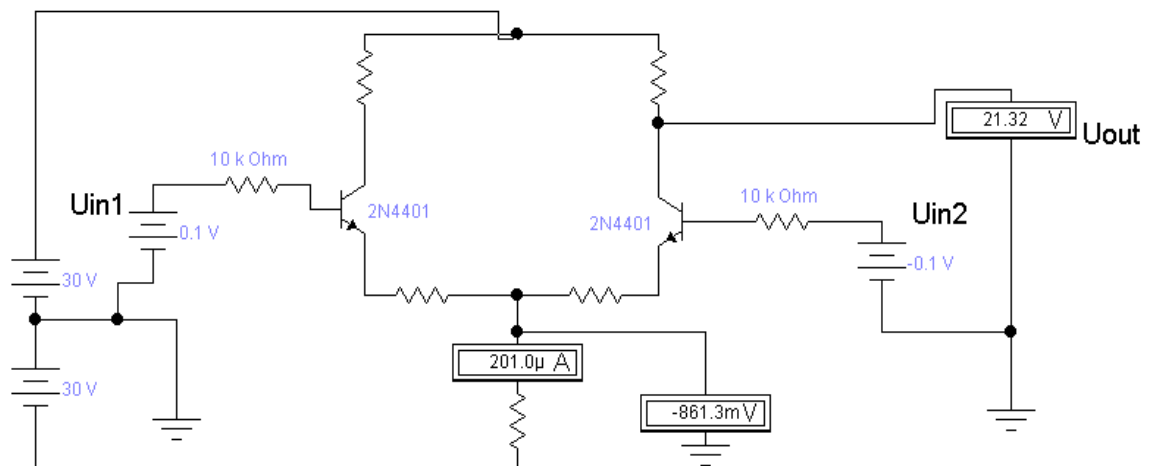


Рис. 5.13. Схема к задаче 18.

Задача 19.

Определить показания измерительных приборов на рис. 5.14.

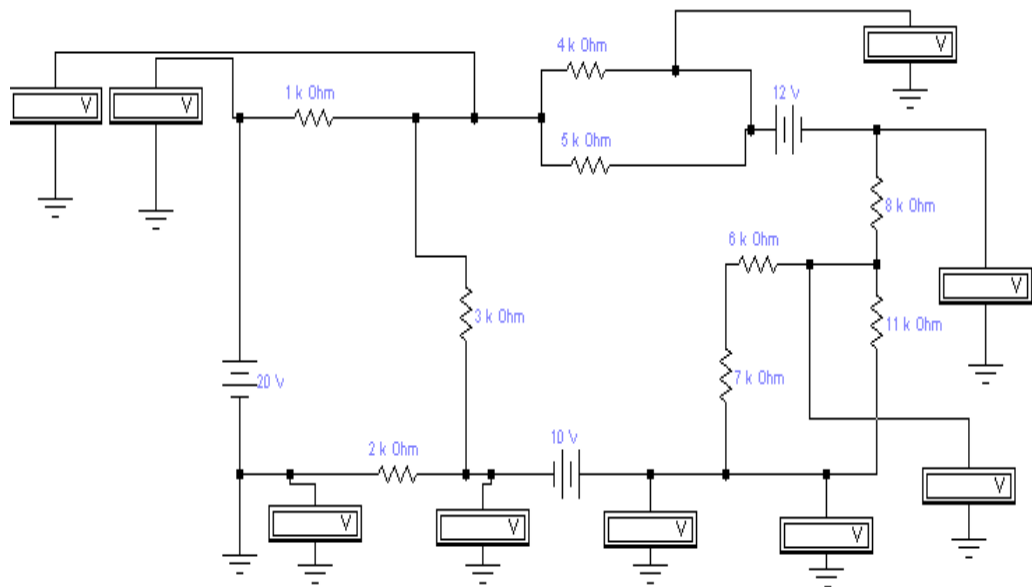


Рис. 5.13. Схема к задаче 19.

Задача 20.

Нарисовать схему токового зеркала и определить диапазон работоспособности схемы для следующих условий: задающий ток 8 мА, напряжение питания 10 В, коэффициент отражения 2.

6. Микропроцессорные устройства

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ:

1. Основные характеристики МПУ.
2. Структура типового микропроцессора.
3. Логическая структура.
4. Устройство управления.
5. Особенности программного и микропрограммного управления операциями.
6. Логические элементы,
7. Мультиплексоры.
8. Демультимплексоры.
9. Дешифраторы.
10. Шифраторы.
11. Цифровые компараторы.
12. Сумматоры.
13. Триггеры.
14. Счетчики.
15. Регистры.
16. Устройства сопряжения аналоговых и цифровых схем.
17. ЦАП и АЦП.
18. Устройства выборки-хранения.
19. Форматы передачи данных.
20. Параллельная передача данных.
21. Последовательная передача данных.
22. Этапы проектирования микропроцессорных систем.
23. Источники ошибок.
24. Проверка правильности проекта.
25. Автономная отладка микропроцессорных систем.
26. Отладка программ.
27. Комплексная отладка микропроцессорных систем.
28. Основы проектирования электронных плат.

Список литературы

1. Касаткин А.С. Курс электротехники [Текст]: учебник / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 8-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2005. - 542 с.
2. Иванов И.И. Электротехника [Текст]: учебное пособие. - СПб.: Лань, 2009. - 496 с.
3. Жарова Т.А. Практикум по электротехнике [Текст]: учебное пособие. - С-Пб.: Лань, 2009. - 127 с.
4. Гусев В. Г., Электроника и микропроцессорная техника : Учебник / Ю. М. Гусев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2004. - 790 с
5. Хоровиц, Хилл. Искусство схемотехники. 7 перераб. изд. 2005 г. 700
6. Марченко А. Основы электроники. Учебное пособие для вузов. – Litres, 2022.
7. Аристова Л. И., Лукутин А. В. Сборник задач по электротехнике: учебное пособие //Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 108.