

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
МОГИЛЕВСКИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ

Лабораторный практикум по
радиоэлектронике
на персональном компьютере
(в сокращении)

Преподаватель спецдисциплин
Могилевского профессионального
электротехнического колледжа
С.А.Дзен

Могилев 2005 год

Содержание

Рекомендации по построению схем.....	3
Лабораторный практикум	4
Лабораторная работа №1 Исследование режекторного фильтра	4
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	4
<i>Порядок выполнения работы</i>	4
Лабораторная работа №2 Исследование полупроводниковых диодов	5
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	5
<i>Порядок выполнения работы</i>	6
Лабораторная работа №3 Снятие статических характеристик биполярного транзистора.....	8
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	8
<i>Порядок выполнения работы</i>	8
Лабораторная работа №4 Исследование полевого транзистора.....	10
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	10
<i>Порядок выполнения работы</i>	10
Лабораторная работа №5 Исследование усилителя синусоидальных сигналов.....	12
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	12
<i>Порядок выполнения работы</i>	12
Лабораторная работа №6 Исследование электронных схем на базе операционных усилителей	13
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	13
<i>Порядок выполнения работы</i>	13
Лабораторная работа №7 Исследование генератора гармонических колебаний.....	17
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	17
<i>Порядок выполнения работы</i>	17
Лабораторная работа №8 Исследование интегрирующих и дифференцирующих цепей	21
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	21
<i>Порядок выполнения работы</i>	21
Лабораторная работа №8 Исследование мультивибратора на операционном усилителе	25
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	25
<i>Порядок выполнения работы</i>	25
Лабораторная работа №9 Исследование логических схем И и ИЛИ	26
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	26
<i>Порядок выполнения работы</i>	26
Лабораторная работа №10 Исследование выпрямителей и сглаживающих фильтров.....	28
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	28
<i>Порядок выполнения работы</i>	28
Лабораторная работа №11 Исследование стабилизаторов постоянного напряжения.....	32
<i>Вопросы для самоподготовки</i>	32
<i>Порядок выполнения работы</i>	32

Рекомендации по построению схем

Для сохранения результатов работы следует после размещения первого элемента выбрать в меню File (Файл) команду Save As (Сохранить как) и сохранить файл в папке, указанной преподавателем, с названием “номер_работы_фамилия_группа.ewb”. После построения схемы и перед началом изменений, в результатах которых вы не уверены следует сохранить схему нажатием кнопки Save (Сохранить). Это позволит с помощью команды меню File (Файл) Revert To Save (Вернуться к сохраненному) при необходимости сохранить схему.

Размещение компонентов:

1. На панели инструментов открыть пиктограмму группы, содержащей необходимый компонент.
2. Установить на нем курсор, нажать левую кнопку мыши и удерживая ее в нажатом состоянии перетащить компонент на рабочую область экрана. Отпустить кнопку мыши.
3. Для соединения компонентов следует подвести курсор к выводу одного из них. Появится черная точка (Рисунок 15, а). Нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее в нажатом состоянии, подвести курсор к выводу второго компонента (Рисунок 15, б). При появлении черной точки отпустить кнопку мыши (Рисунок 15, в).

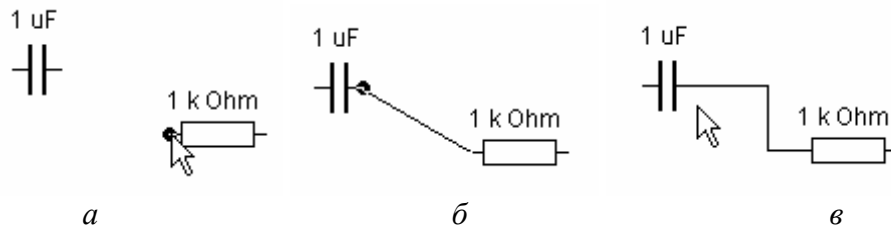


Рисунок 15 – Соединение компонентов

4. Подключать соединительный проводник можно и к уже имеющемуся проводнику. В месте, к которому можно подключиться, появляется маленькая окружность.
5. Свойства компонентов открываются двойным щелчком.
6. При вводе значений параметров в качестве разделителя десятичной дроби следует использовать точку (например, 3.14).

Лабораторный практикум
Лабораторная работа №1
Исследование режекторного фильтра

Цель работы: Снятие и анализ амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик режекторного фильтра.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое электрический фильтр?
2. Как подразделяются электрические фильтры в зависимости от состава, входящих в них компонентов?
3. Что такое полоса пропускания фильтра?
4. Что такое полоса затухания фильтра?
5. Как подразделяются электрические фильтры в зависимости от полосы пропускания?
6. Нарисуйте амплитудно-частотные характеристики идеальных и реальных электрических фильтров.
7. Поясните разницу между пассивными и активными фильтрами?
8. Нарисуйте схемы пассивных фильтров для диапазона частот от 0 до 20 кГц. По каким формулам определяется граничная частота или частота квазирезонанса таких фильтров?
9. Нарисуйте схемы пассивных фильтров для диапазона частот от 200 до 20000 кГц. По каким формулам определяется граничная частота или частота квазирезонанса таких фильтров?
10. В каких случаях применяются пьезоэлектрические фильтры.
11. Что такое прямой и обратный пьезоэлектрический эффекты?
12. Рассчитайте частоту квазирезонанса двойного Т-образного моста, если $C = 4,7$ мкФ, а $R =$ [Ваш номер по журналу] Ом.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему исследования режекторного фильтра, изображенную на рисунке 16.

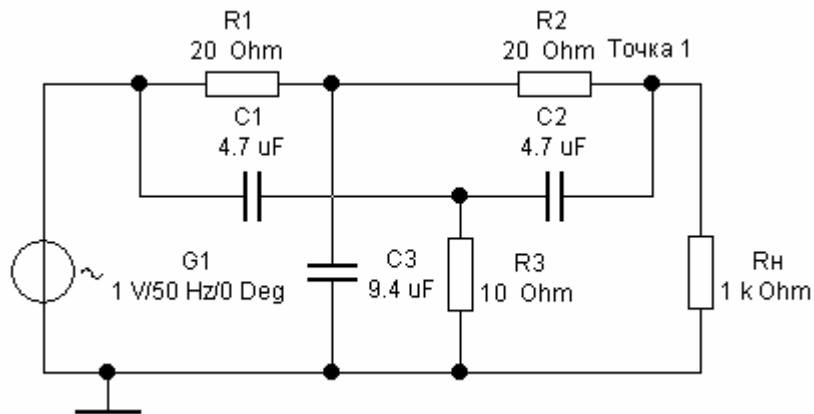


Рисунок 16 – Схема для исследования двойного Т-образного моста

2. Подвести курсор к точке 1. В строке состояния (в нижней части экрана) появится надпись «Connector: Node X». Число X (номер узла) необходимо запомнить для использования в дальнейших исследованиях.
3. В меню Анализ (Analysis) выбрать пункт AC Frequency.
4. В открывшемся диалоговом окне в списке «Nodes in circuit» выбрать число X и нажать кнопку Add. Теперь измерения будут проводиться в указанной точке. Далее следует установить начальную частоту FSTART (для данной схемы – 500 Гц) и конечную частоту FSTOP (5 кГц) для задания диапазона изменения частоты и количество измерений (Number of points) – например 10000. Установить также тип проекции «Линейная» (linear).

5. Нажать кнопку Имитировать (Simulate). Результат анализа показан на рисунке 17.

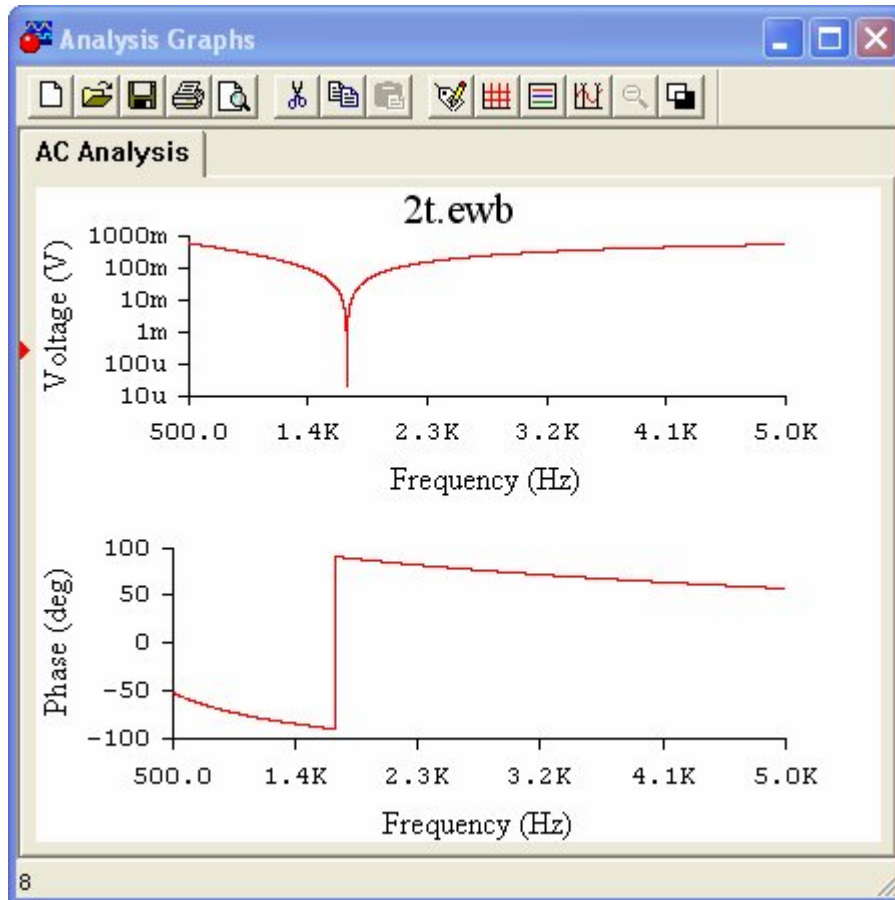


Рисунок 17 – АЧХ и ФЧХ рассмотренного фильтра

6. Рассчитать фильтр с частотой квазирезонанса, соответствующей вашему варианту (предлагается преподавателем).
7. Установить в схеме (Рисунок 16) номиналы элементов, полученные при расчете, и провести исследования по рассмотренному образцу.
8. Сделать вывод.

Лабораторная работа №2

Исследование полупроводниковых диодов

Цель работы: Снятие и анализ вольтамперных характеристик германиевого и кремниевого диодов. Определение их параметров по характеристикам.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое полупроводниковый диод?
2. Из каких материалов изготавливаются диоды?
3. Сколько PN-переходов содержит диод?
4. Чем отличаются диоды, изготовленные из различных материалов?
5. Нарисуйте условное графическое обозначение (УГО) диода. Как называются его выводы. Запишите название выводов на рисунке.
6. Какие приборы необходимы для снятия ВАХ диодов?
7. Нарисуйте вольтамперную характеристику (ВАХ) диода. Расскажите о процессах, соответствующих характерным участкам ВАХ.
8. Перечислите основные параметры диодов. Охарактеризуйте каждый из них.
9. Как определить режим работы диода по нагрузочной прямой?

10. Назовите разновидности полупроводниковых диодов. Поясните их особенности и область применения.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему исследования диодов, изображенную на рисунке 18.

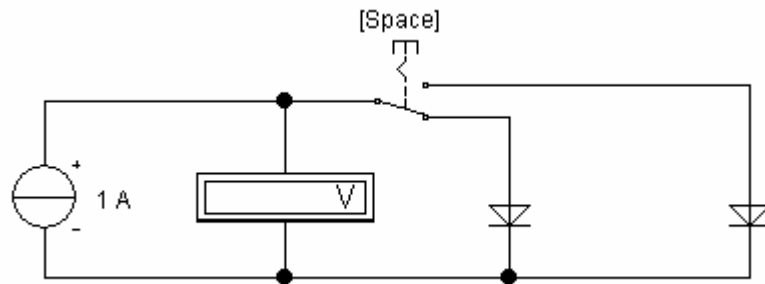


Рисунок 18 – Схема исследования диодов, включенных в прямом направлении.


2. Двойным щелчком левой кнопки мыши на генераторе тока открыть его свойства и установите ток 1 мкА (1 μ А).
3. Открыть свойства первого диода и на вкладке Models выбрать диод SB040 (general2), а на вкладке Label в строку Label вписать обозначение VD1. Нажать ОК.
4. Повторить операцию для второго диода, обозначив его VD2 и выбрав диод 1N4153 (national).
5. Включить схему переключателем , расположенным в правом верхнем углу экрана или нажатием клавиш [CTRL]+[G] (для отключения служит комбинация [CTRL]+[T]). При изменении параметров схемы возможно потребуется повторное включение.
6. Изменяя ток генератора в соответствии с таблицей 1, записать показания вольтметра.

Таблица 1 – Данные для построения прямой ветви ВАХ диода

Прямой ток, $I_{пр}$, мА	0,02	0,05	0,1	1,0	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
Напряжение на диоде VD1, $U_{пр2}$, мВ									
Напряжение на диоде VD2, $U_{пр2}$, мВ									

7. Подключить диод VD2 к генератору тока, нажав клавишу [Пробел] (для управления переключателем можно использовать другую клавишу; для этого ее нужно задать в свойствах компонента).
8. Повторить измерения для второго диода.
9. Собрать схему, изображенную на рисунке 19.

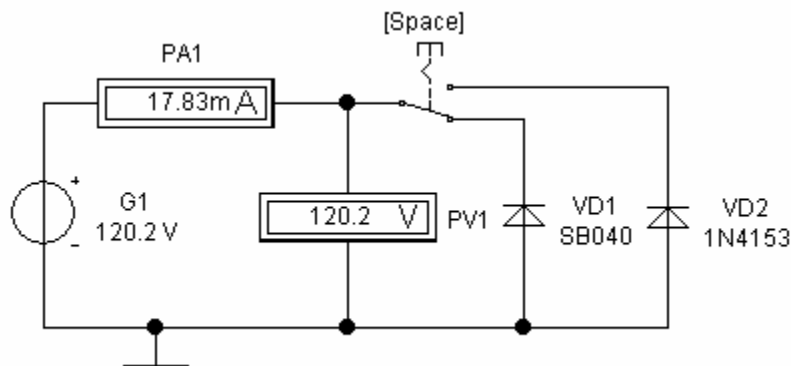


Рисунок 19 – Схема исследования диодов, включенных в обратном направлении

10. Снять обратные характеристики диодов, изменяя напряжение в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Данные для построения обратной ветви ВАХ диода

Обратное напряжение на диоде $U_{обр}$, В	0,1	1,0	10,0	60,0	120,0	120,1	120,2	120,3	120,4
Ток через диод VD1, $I_{обр1}$, мкА									
Ток через диод VD2, $I_{обр2}$, мкА									

11. Построить ВАХ диодов в координатных осях.

12. Определить режим работы диода в схеме (Рисунок 20), при $E=2В$, $R1=39\text{ Ом}$, используя ВАХ диода. Найти сопротивление постоянному току и дифференциальное сопротивление диода.

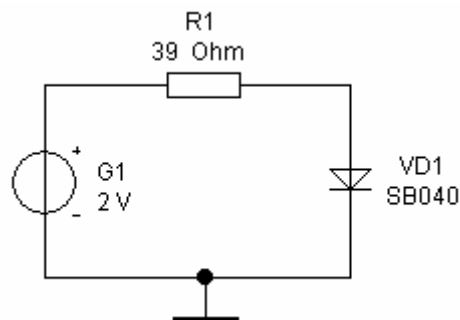


Рисунок 20 – Схема для задачи пункта 12

13. Сделать вывод. Вывод должен содержать описание теоретических положений, подтвержденных экспериментально в процессе выполнения работы.

Лабораторная работа №3

Снятие статических характеристик биполярного транзистора

Цель работы: Снятие и анализ вольтамперных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. Определение h-параметров по характеристикам.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое биполярный транзистор?
2. Из каких материалов изготавливаются транзисторы?
3. Сколько PN-переходов содержит биполярный транзистор?
4. Чем отличаются транзисторы различных типов?
5. Нарисуйте условные графические обозначения транзисторов различных типов. Запишите названия выводов на рисунке.
6. Какие приборы необходимы для снятия характеристик транзистора?
7. Нарисуйте входные и выходные характеристики транзистора. Расскажите о процессах, соответствующих характерным участкам ВАХ.
8. Перечислите основные параметры транзисторов. Охарактеризуйте каждый из них.
9. Как определить h-параметры по характеристикам транзистора.
10. Поясните особенности и область применения биполярных транзисторов.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему исследования транзистора, изображенную на рисунке 21. Для исследования используется транзистор MPS3709 (nation11), отечественный аналог – КТ3102А.

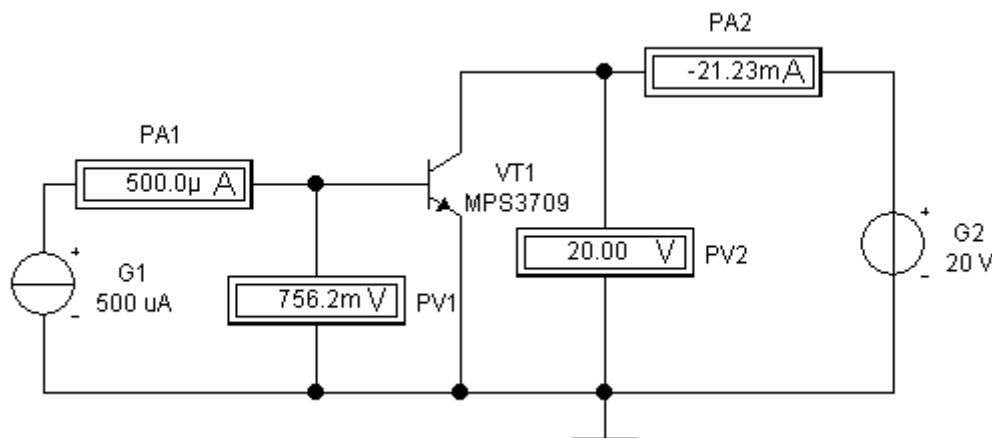


Рисунок 21 – Схема для исследования биполярного транзистора

2. Построить таблицу для записи результатов измерений (Таблица 3)

Таблица 3 – Данные для построения входных характеристик транзистора

Входной ток, I_B , мкА.	1	5	10	20	50	100	200	300	400	500
Входное напряжение, $U_{БЭ}$, мВ, при $U_{КЭ1}=0$ В										
Входное напряжение, $U_{БЭ}$, мВ, при $U_{КЭ2}=15$ В										

3. Установить на генераторе напряжения G2 напряжение $U_{КЭ1}=0$ В
4. Изменяя значение тока генератора G1 от 1 до 500 мкА, записать соответствующие значения напряжения $U_{БЭ}$ (вольтметр PV1) в таблицу.
5. Повторить измерения при выходном напряжении $U_{КЭ2}=15$ В.

6. Построить таблицу для записи результатов измерений (Таблица 4)

Таблица 4 – Данные для построения выходных характеристик транзистора

Выходное напряжение, $U_{КЭ}$, В	0,1	1	2	5	10	15	20	25	30	35
Выходной ток, I_K , мА, при входном токе, $I_{Б1}=100$ мкА.										
Выходной ток, I_K , мА, при входном токе, $I_{Б2}=300$ мкА.										
Выходной ток, I_K , мА, при входном токе, $I_{Б3}=500$ мкА.										

7. Установить на генераторе тока G1 ток $I_{Б1}=100$ мкА
8. Изменяя значение напряжения генератора G1 от 0,1 до 35 В, записать соответствующие значения тока I_K (амперметр РА2) в таблицу.
9. Повторить измерения при входных токах $I_{Б2}=300$ мкА и $I_{Б3}=500$ мкА.
10. По результатам измерений построить входные и выходные характеристики транзистора.
11. Определить h-параметры транзистора по полученным характеристикам.
12. Сделать вывод. Вывод должен содержать описание теоретических положений, подтвержденных экспериментально в процессе выполнения работы.

Лабораторная работа №4 Исследование полевого транзистора

Цель работы: Снятие и анализ стоко-затворных и стоковых характеристик полевого транзистора. Определение крутизны характеристики и активной выходной проводимости.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое полевой транзистор?
2. Из каких материалов изготавливаются транзисторы?
3. Сколько PN-переходов имеет полевой транзистор?
4. Чем отличаются транзисторы различных типов?
5. Нарисуйте условные графические обозначения транзисторов различных типов. Запишите названия выводов на рисунке.
6. Какие приборы необходимы для снятия характеристик транзистора?
7. Нарисуйте стоко-затворные и стоковые характеристики транзистора. Расскажите о процессах, соответствующих характерным участкам ВАХ.
8. Перечислите основные параметры транзисторов. Охарактеризуйте каждый из них.
9. Как определить крутизну стоко-затворной характеристики и активную выходную проводимость?
10. Поясните особенности работы и область применения полевых транзисторов.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему исследования транзистора, изображенную на рисунке 22.

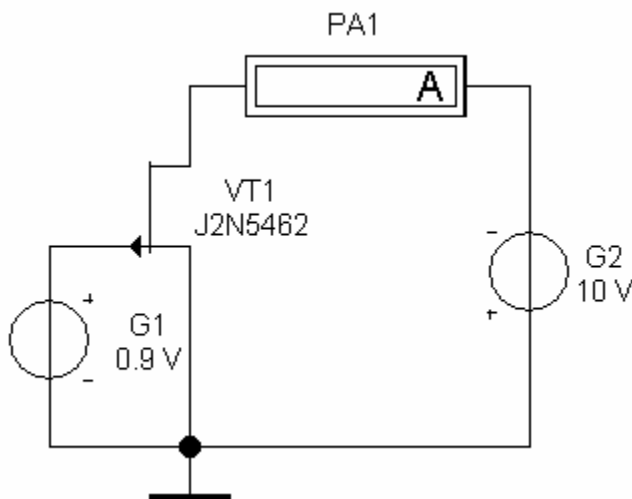


Рисунок 22 – Схема для исследования полевого транзистора

2. Нарисовать таблицу для построения стоко-затворных характеристик (Таблица 5).
3. Произвести измерения и занести результаты в таблицу.

Таблица 5 – Данные для построения стоко-затворных характеристик

Напряжение затвор – исток $U_{зи}$, В		0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Ток стока $I_{си}$, мА, при напряжении сток – исток $U_{си}$, В	2						
	10						

4. Нарисовать таблицу для построения семейства стоковых характеристик (Таблица 6).
5. Произвести измерения и занести результаты в таблицу.

Таблица 6 – Данные для построения стоковых характеристик

Напряжение сток – исток $U_{СИ}$, В		1	2	3	5	8	9	10
Ток стока I_c , мА, при напряжении затвор – исток $U_{зи}$, В	0							
	0,6							
	1,2							

6. Построить стоко-затворные и стоковые характеристики в координатных осях.
7. Определить необходимые параметры и рассчитать крутизну стоко-затворной характеристики и активную выходную проводимость.
8. Сделать вывод.

Лабораторная работа №5 Исследование усилителя синусоидальных сигналов

Цель работы: Построение и изучение свойств усилителя синусоидальных сигналов. Изучение работы осциллографа.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое усилители? Каково их назначение?
2. Как классифицируются усилители?
3. Что такое усилительный каскад?
4. Поясните принципы построения усилительного каскада.
5. Нарисуйте основные схемы усилителей.
6. Как производится расчет элементов усилительного каскада? Какие данные для этого необходимы.
7. Используя характеристики транзистора, построенные при выполнении лабораторной работы №3, рассчитайте усилитель с эмиттерной термостабилизацией, если напряжение питания $E_K=25$ В, а $I_{K,max}=100$ мА.
8. Расскажите о принципах построения многокаскадных усилителей?
9. Назовите режимы работы усилителей. Поясните их особенности. В каких случаях они используются?
10. Опишите назначение элементов различных схем усилителей.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему исследования усилителя с эмиттерной термостабилизацией, изображенную на рисунке 23.

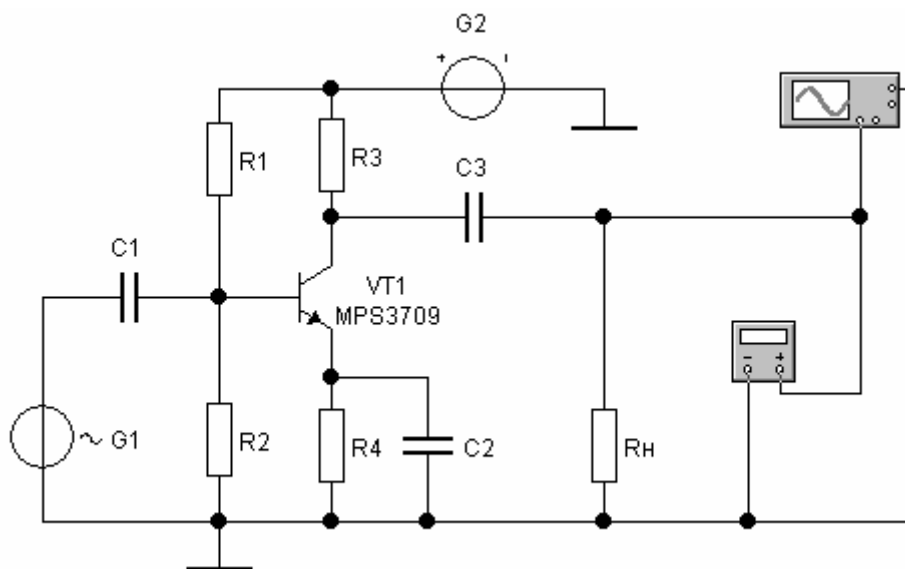


Рисунок 23 – Схема для исследования усилителя с эмиттерной термостабилизацией

2. Используя результаты расчетов, произведенных при подготовке к работе, установить значения сопротивлений резисторов. Установить сопротивление нагрузки 10 кОм.
3. Установить на генераторе G1 напряжение входного сигнала (определяется при расчете усилителя) с частотой 3 кГц. Установить напряжение G2 равное E_K .
4. Установить мультиметр на измерение переменного напряжения.
5. Включить схему.
6. Развернуть и настроить осциллограф изменяя чувствительность и длительность развертки. На экране можно наблюдать выходной сигнал (рисунок 24)

7. Изменяя входное напряжение (увеличить и уменьшить в 2 раза), наблюдать изменение формы выходного сигнала. Пояснить причины возникновения искажений

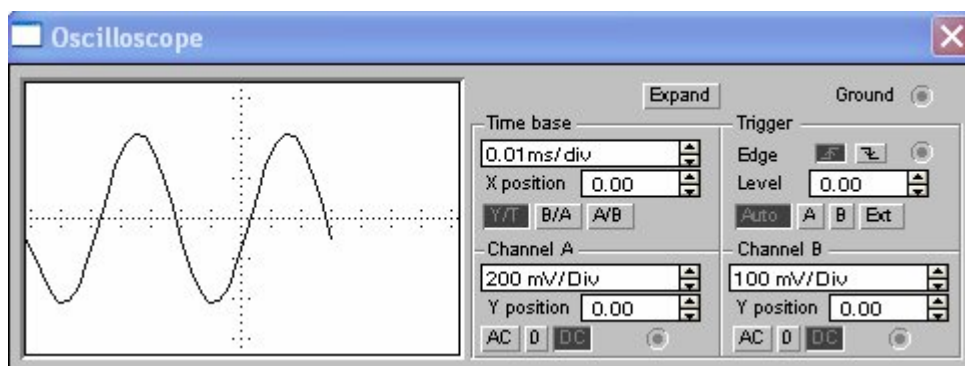


Рисунок 24 – Входной сигнал усилителя

8. Установить максимальное входное напряжение, при котором сигнал имеет синусоидальную форму.
9. Используя показания мультиметра определить коэффициент усиления усилителя. Сравнить его с расчетным.
10. Снять АЧХ усилителя в диапазоне от 1 Гц до 20 кГц.
11. Удалить конденсатор С2.
12. Повторно снять АЧХ усилителя. Сравнить полученные результаты. Обратит внимание на изменение напряжения выходного сигнала.
13. Сделать вывод.

Лабораторная работа №6

Исследование электронных схем на базе операционных усилителей

Цель работы: Построение простейших устройств на базе ОУ. Закрепление навыков работы с осциллографом.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое операционные усилители? Каково их назначение?
2. Почему эти усилители называют операционными?
3. Как называются и для чего предназначены входы ОУ?
4. Назовите основные параметры ОУ.
5. Нарисуйте условное графическое обозначение ОУ. Запишите названия его выводов.
6. Нарисуйте структурную схему ОУ. Расскажите о назначении компонентов схемы.
7. Нарисуйте схему инвертирующего усилителя на ОУ. Чем определяется коэффициент усиления такого усилителя, по какой формуле его можно рассчитать.
8. Нарисуйте схему неинвертирующего усилителя на ОУ. Чем определяется коэффициент усиления такого усилителя, по какой формуле его можно рассчитать.
9. Что такое компаратор. Расскажите о его назначении.
10. Нарисуйте схему компаратора на ОУ. Пояснить принцип его работы.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему инвертирующего усилителя на ОУ, изображенную на рисунке 27.

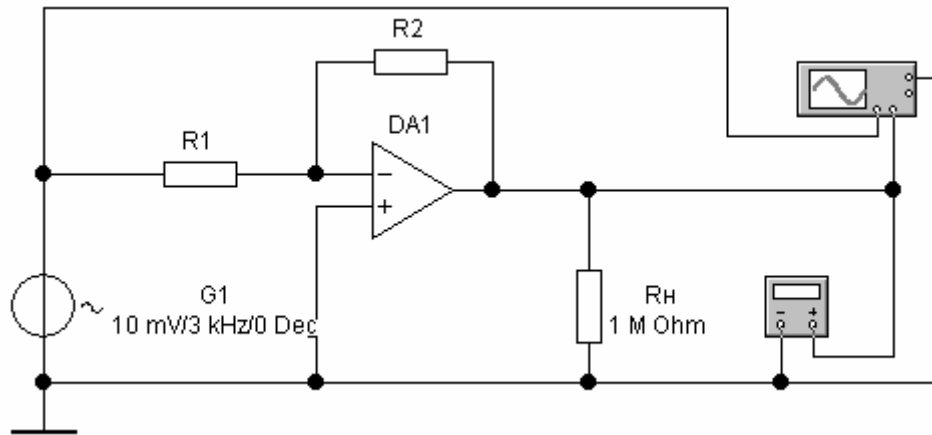


Рисунок 27 – Схема для исследования инвертирующего усилителя на ОУ

2. Установить значение сопротивления резистора $R1=1\text{кОм}$.
3. Рассчитать значение сопротивления резистора $R2$ для коэффициента усиления $K_U = [\text{Ваш номер по журналу}] \times 5$.
4. Установить значение сопротивления резистора $R2$.
5. Установить мультиметр на измерение переменного напряжения.
6. Включить схему.
7. Записать показания мультиметра и рассчитать коэффициент усиления.
8. Развернуть и настроить осциллограф, изменяя чувствительность и длительность развертки. На экране можно наблюдать входной и выходной сигналы (Рисунок 28)

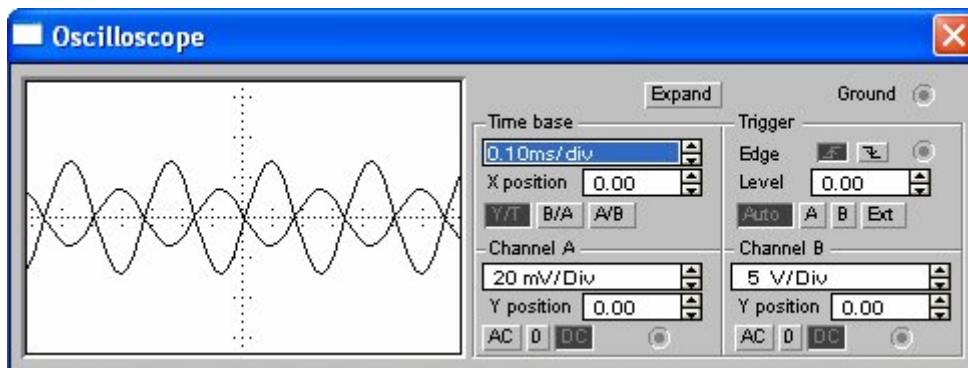


Рисунок 28 – Осциллограммы входного и выходного сигналов

9. Собрать схему неинвертирующего усилителя на ОУ, изображенную на рисунке 29.

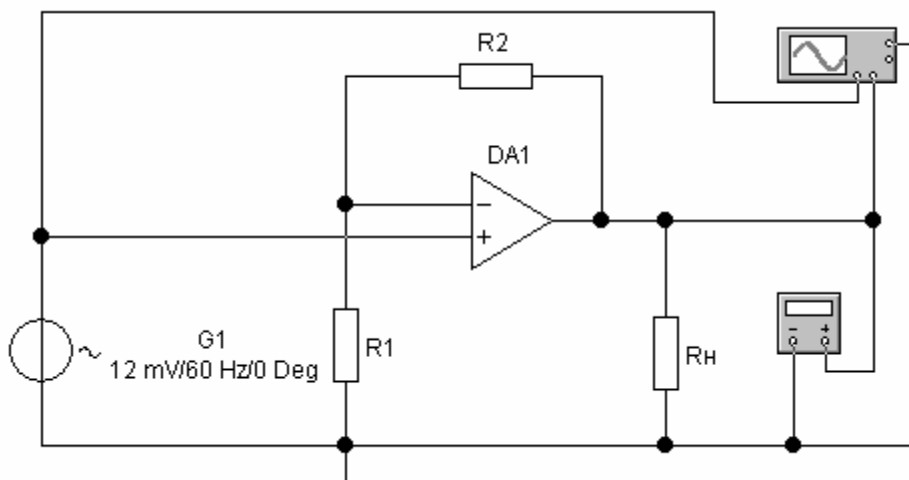


Рисунок 29 – Схема для исследования неинвертирующего усилителя на ОУ

10. Установить значение сопротивления резистора $R_1=2\text{кОм}$.
11. Рассчитать значение сопротивления резистора R_2 для коэффициента усиления, предложенного в пункте 3.
12. Установить значение сопротивления резистора R_2 .
13. Установить мультиметр на измерение переменного напряжения.
14. Включить схему.
15. Записать показания мультиметра и рассчитать коэффициент усиления.
16. Развернуть и настроить осциллограф, изменяя чувствительность и длительность развертки. На экране можно наблюдать входной и выходной сигналы (рисунок 30)

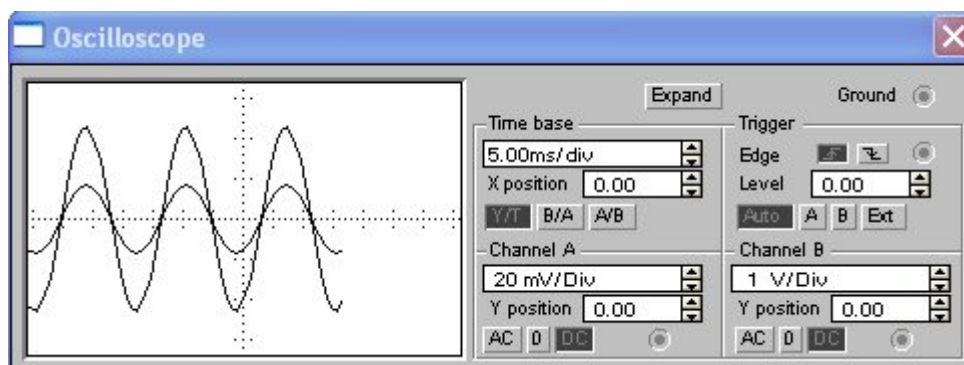


Рисунок 30 – Осциллограммы входного и выходного сигналов

17. Собрать схему компаратора на ОУ, изображенную на рисунке 31.

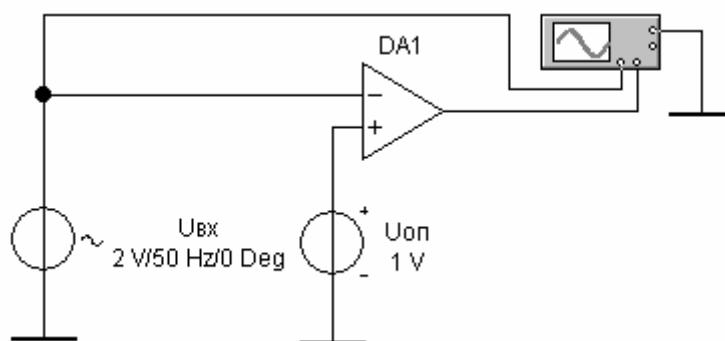


Рисунок 31 – Схема для исследования компаратора на ОУ

18. Установить значения опорного и входного напряжения, в соответствии с рисунком 31.
19. Включить схему.
20. Развернуть и настроить осциллограф, изменяя чувствительность и длительность развертки. На экране можно наблюдать входной и выходной сигналы (рисунок 32)

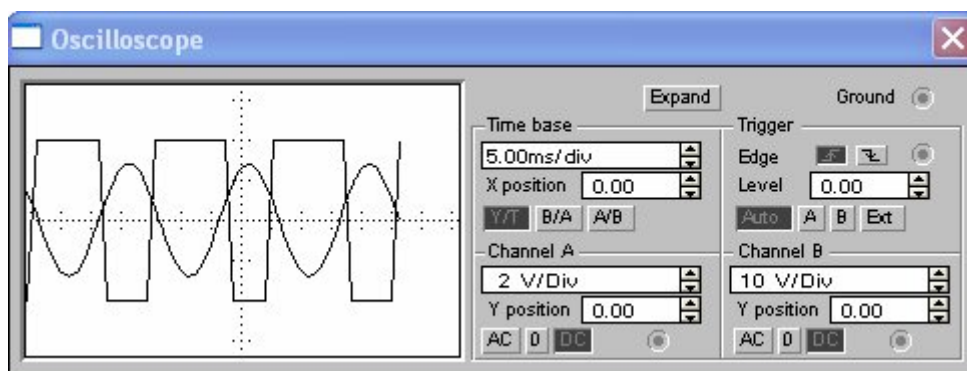


Рисунок 32 – Осциллограммы входного и выходного сигналов

21. Сделать вывод

Лабораторная работа №7 Исследование генератора гармонических колебаний

Цель работы: Построение схемы и изучение принципа работы генератора гармонических колебаний.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое генератор гармонических колебаний? Каково его назначение
2. Нарисуйте структурную схему автогенератора. Поясните назначение элементов схемы.
3. Назовите условия самовозбуждения генератора. Расскажите подробно о каждом из них.
4. Поясните понятия «мягкий» и «жесткий» режимы самовозбуждения
5. Как получить на выходе синусоидальный сигнал определенной частоты?
6. Назовите причины, вызывающие нарушение стабильности частоты автогенератора
7. Что такое кварцевый резонатор?
8. Нарисуйте схему и поясните работу LC-автогенератора с индуктивной связью
9. Нарисуйте схему и поясните работу трехточечных схем автогенератора. По каким формулам определяется частота генерации?
10. В каких случаях применяются RC-генераторы?
11. Нарисуйте и поясните работу RC-генератора с мостом Вина
12. Нарисуйте и поясните работу RC-генератора с двойным T-образным мостом

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему автогенератора, изображенную на рисунке 33.

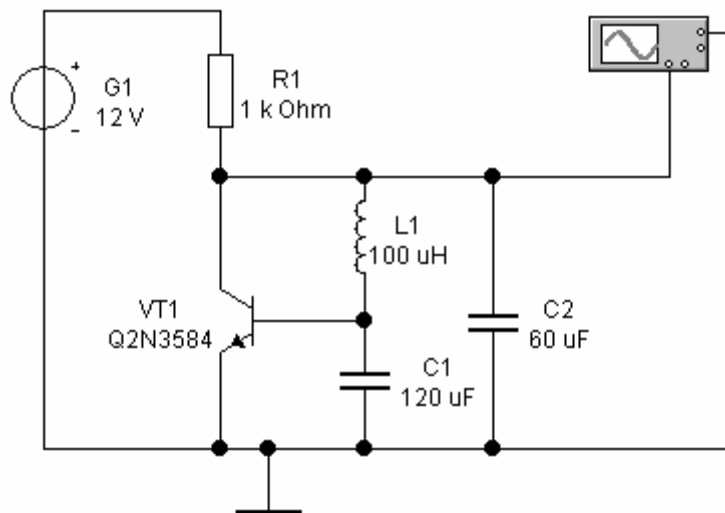


Рисунок 33 – Схема для исследования автогенератора, собранного по схеме емкостной трехточки

2. Установить значения параметров элементов в соответствии со схемой (рекомендуется использовать полученные при расчете).
3. Включить схему.
4. Развернуть и настроить осциллограф, изменяя чувствительность и длительность развертки.
5. Остановить процесс.
6. Нажать на осциллографе кнопку Expand.
7. На экране можно просмотреть запись осциллограммы, начиная от момента включения схемы (рисунок 34).

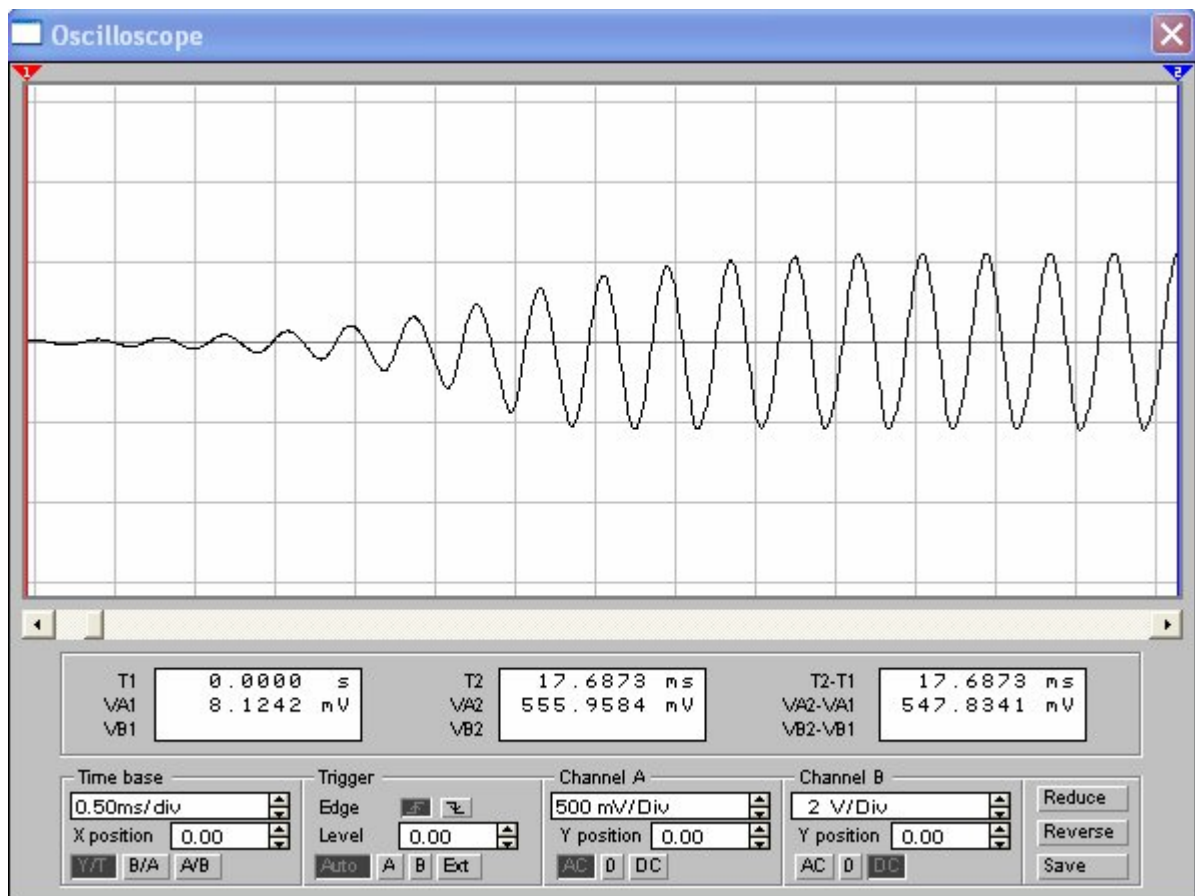


Рисунок 34 – Наблюдение самовозбуждения генератора

8. Произвести расчет схемы для заданной частоты (Предлагается преподавателем или рассчитывается по формуле $f = [\text{Ваш номер по журналу}] \times 1000 \text{ Гц}$)
9. Подставить в схему полученные значения.
10. Повторить пункты 3 – 6.
11. Установить маркеры 1 и 2 (синий и красный) так, как показано на рисунке 36, добиваясь, чтобы разность $VA2-VA1$ была как можно ближе к нулю.
12. Определив период колебаний из строки T2-T1, рассчитать частоту генерации и сравнить результат с расчетным.
13. Собрать схему автогенератора, изображенную на рисунке 35

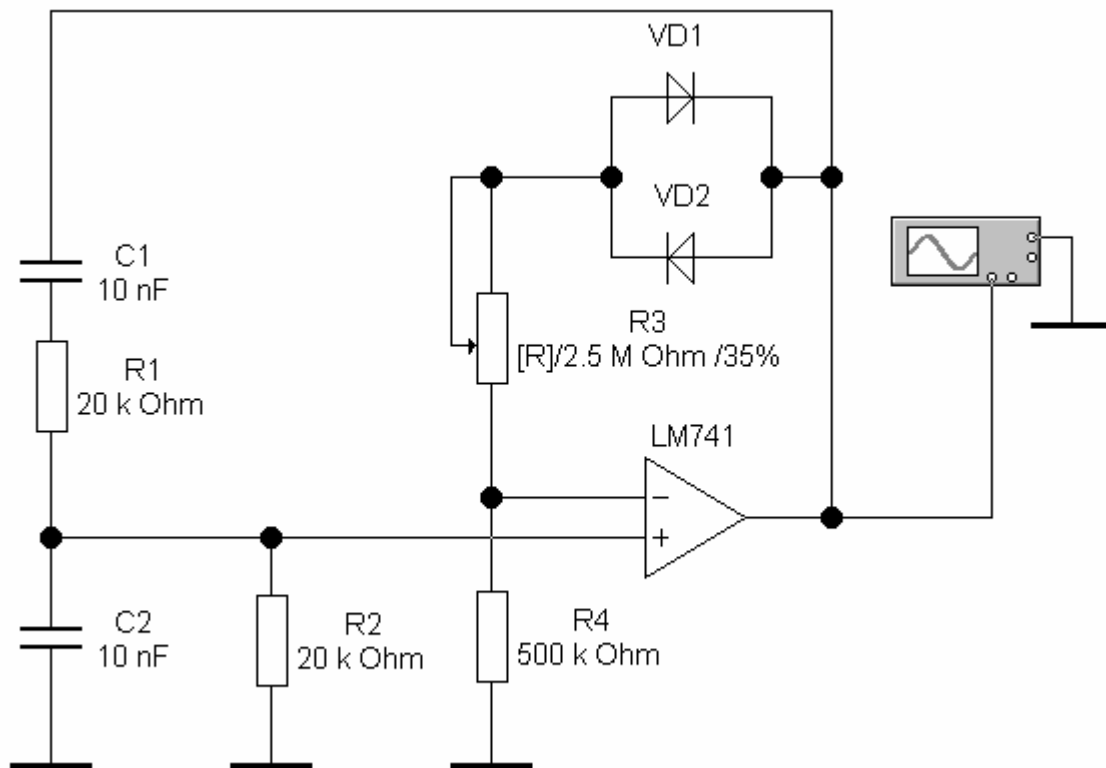


Рисунок 35 – Схема для исследования автогенератора на ОУ с мостом Вина

14. Установить значения параметров элементов в соответствии со схемой.
15. Включить схему.
16. Развернуть и настроить осциллограф, изменяя чувствительность и длительность развертки.
17. Настроить генератор, изменяя сопротивление переменного резистора с помощью клавиш [R] (уменьшение сопротивления) и комбинации [Shift]+[R] (увеличение сопротивления).
18. Остановить процесс.
19. Нажать на осциллографе кнопку Expand.

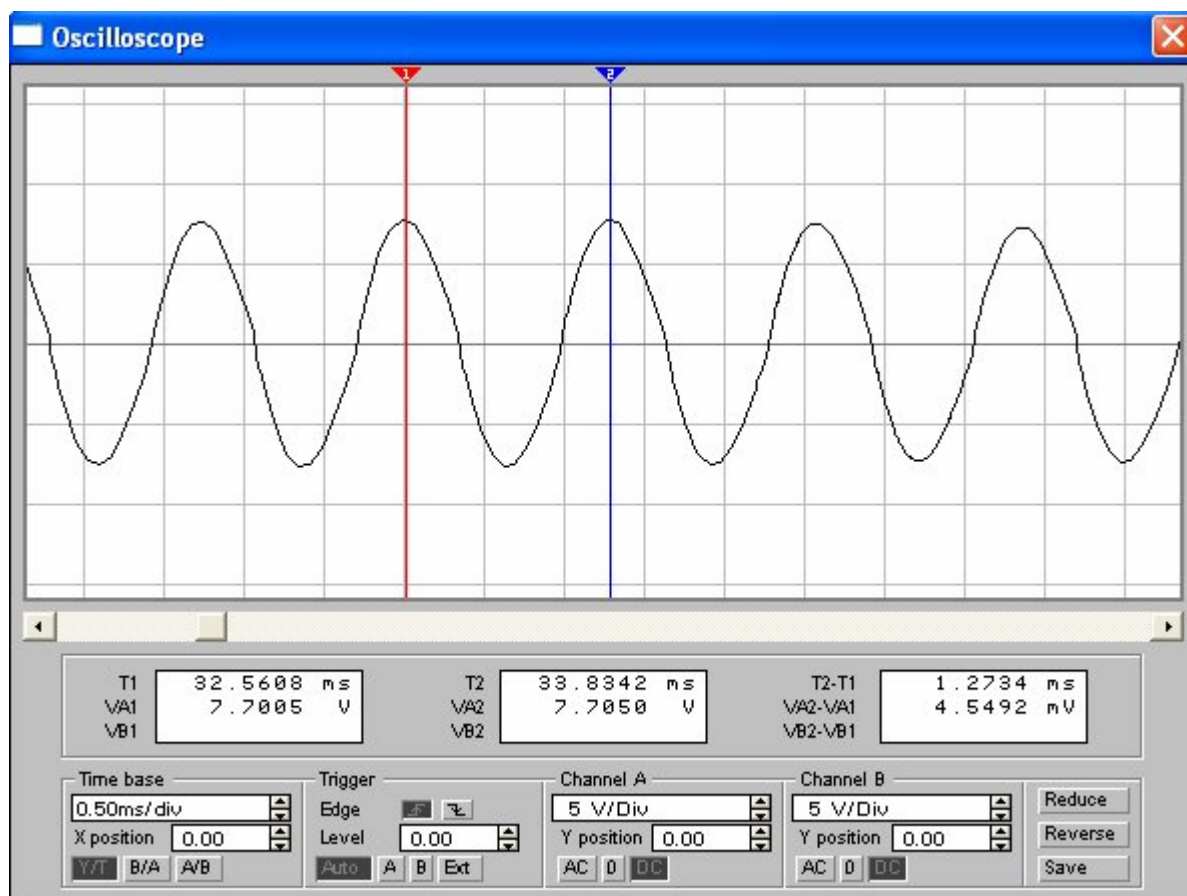


Рисунок 36 – Осциллограммы напряжения на конденсаторе и выходного сигнала

20. Установить визирные линии 1 и 2 (синяя и красная) так, как показано на рисунке 36, добиваясь, чтобы разность $VA2-VA1$ была как можно ближе к нулю.
21. Определив период колебаний из строки $T2-T1$, рассчитать частоту генерации.
22. Рассчитать частоту генерации, используя параметры элементов схемы. Сравнить результаты с полученными опытным путем.
23. Сделать вывод.

Лабораторная работа №8

Исследование интегрирующих и дифференцирующих цепей

Цель работы: Построение схем и изучение принципа работы интегрирующих и дифференцирующих цепей.

Вопросы для самоподготовки

1. Расскажите о назначении и элементном составе времязадающих цепей?
2. В каких случаях применяются дифференцирующие цепи?
3. Нарисуйте схему дифференцирующей цепи и поясните принцип ее работы.
4. Запишите формулу для определения постоянной времени.
5. Какие параметры выходного сигнала зависят от постоянной времени?
6. При каких условиях данная цепь является дифференцирующей?
7. В каком случае прекратится операция дифференцирования и цепь станет разделительной?
8. Рассчитать номиналы компонентов R и C дифференцирующей цепи при подаче на ее вход прямоугольного импульса длительностью $t_{и.вх} = ([\text{Ваш номер по журналу}] + 10)$ мкс. Паразитная емкость на выходе цепи $C_{\text{пар}} = 10$ пФ. Внутреннее сопротивление генератора входного сигнала $R_{\Gamma} = 100$ Ом (Рисунок 37).
9. В каких случаях применяются интегрирующие цепи?
10. Нарисуйте схему интегрирующей цепи и поясните принцип ее работы.
11. Рассчитайте амплитуду выходного сигнала интегрирующей цепи при подаче на его вход прямоугольного импульса с амплитудой $E = 10$ В и длительностью $t_{и.вх} = 100$ мкс. $R_1 = 56$ кОм, $C = 0,02$ мкФ, Сопротивление генератора входного сигнала – 120 Ом. Как измениться амплитуда входного сигнала при подключении нагрузки $R_n = 5,6$ кОм.
12. Нарисуйте схемы интегратора и дифференциатора на ОУ и поясните их принцип работы.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему дифференцирующей цепи, изображенную на рисунке 37.

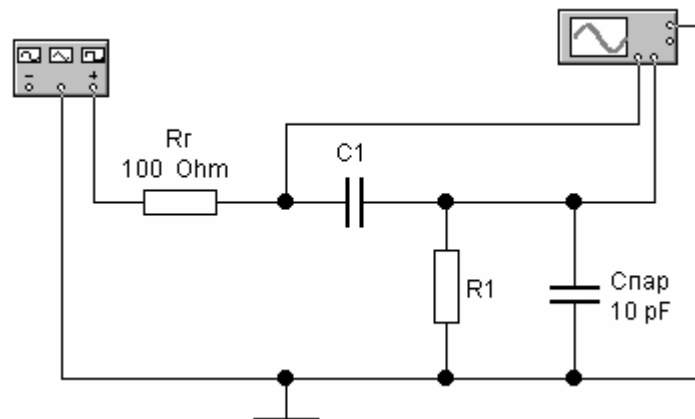


Рисунок 37 – Схема для исследования дифференцирующей RC-цепи

2. Установить номиналы элементов дифференцирующей цепи в соответствии с результатами расчетов (пункт 8 вопросов для самоподготовки).
3. Настроить функциональный генератор в соответствии с рисунком 38. Частота 50 кГц соответствует длительности импульса 10 мкс при коэффициенте заполнения 50%. Рассчитать частоту для длительности импульса вашего задания и задать параметры входного сигнала

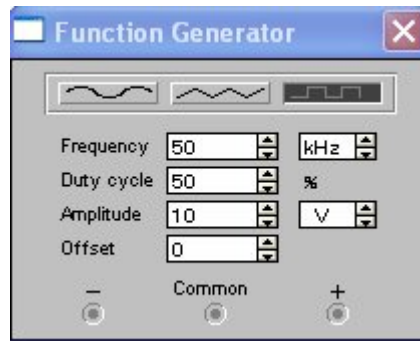


Рисунок 38 – Установка параметров выходного сигнала функционального генератора

4. Включить схему.
5. Развернуть и настроить осциллограф, изменяя чувствительность и длительность развертки. Наблюдать входной сигнал и результат его обработки дифференцирующей цепью (рисунок 39)

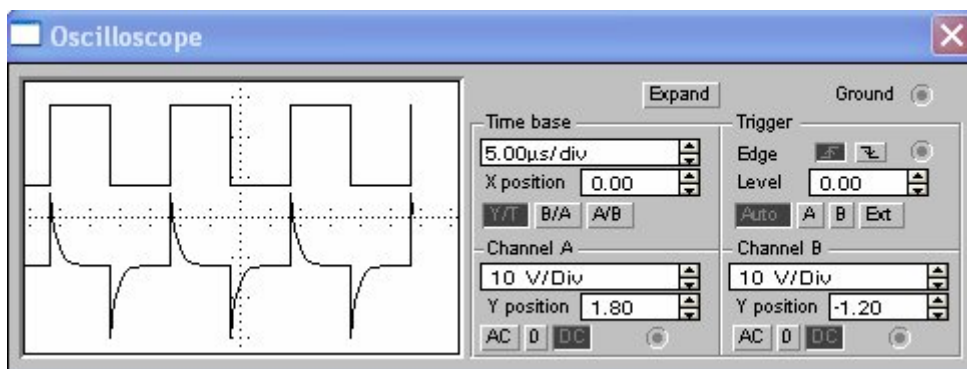


Рисунок 39 – Осциллограммы входного и выходного напряжения

6. Используя показания осциллографа рассчитать параметры выходного импульсного сигнала.
7. Изменяя параметры элементов проследить за изменениями выходного сигнала.
8. Собрать схему интегрирующей цепи, изображенную на рисунке 40.

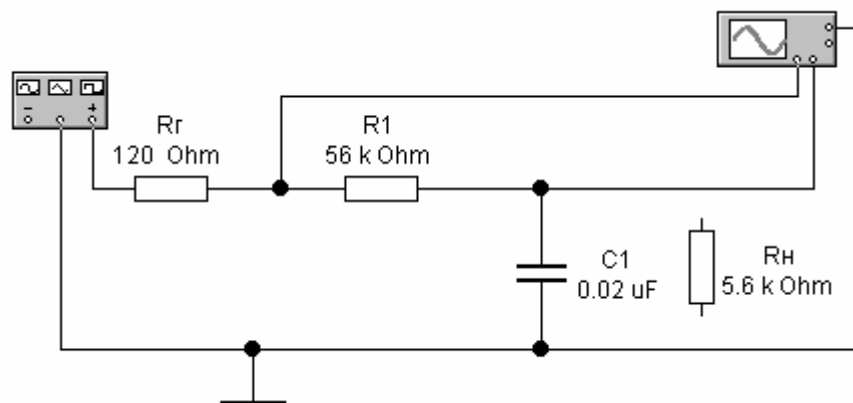


Рисунок 40 – Схема для исследования интегрирующей RC-цепи

9. Настроить функциональный генератор в соответствии с рисунком 41.

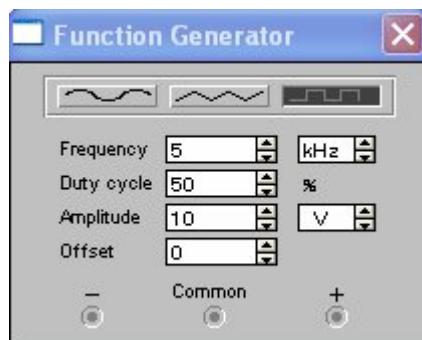


Рисунок 41 – Установка параметров выходного сигнала функционального генератора

10. Установить параметры семы в соответствии с пунктом 11 вопросов для самоподготовки.
11. Включить схему.
12. Развернуть и настроить осциллограф, изменяя чувствительность и длительность развертки. Наблюдать входной сигнал и результат его обработки интегрирующей цепью (рисунок 42).

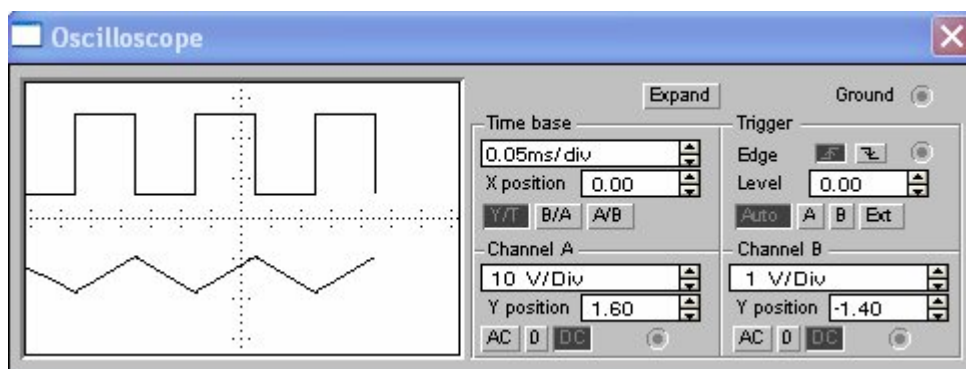


Рисунок 42 – Осциллограммы входного и выходного напряжения

13. Используя показания осциллографа рассчитать параметры выходного импульсного сигнала. Сравнить результаты с полученными при решении задачи.
14. Включить в схему резистор нагрузки R_n . Провести измерения и сравнить результаты с полученными при решении задачи.
15. Изменяя параметры элементов проследить за изменениями выходного сигнала.
16. Повторите исследования для схем, изображенных на рисунке 43, самостоятельно выбрав настройки функционального генератора.

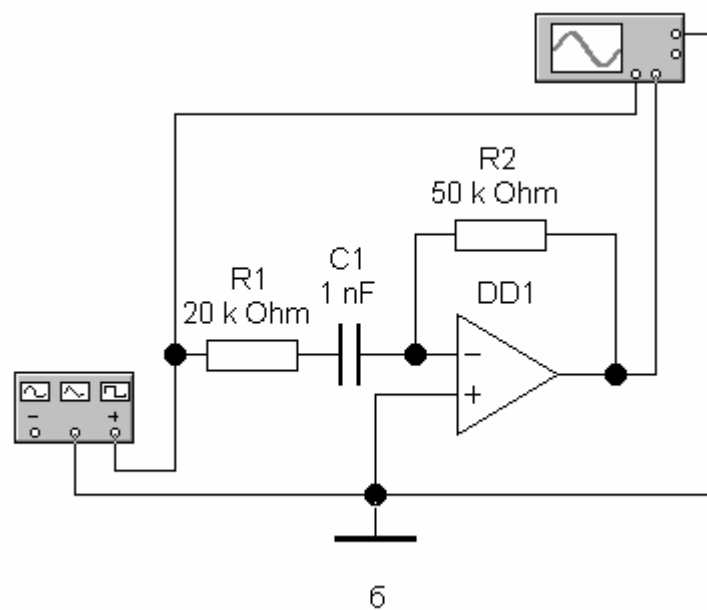
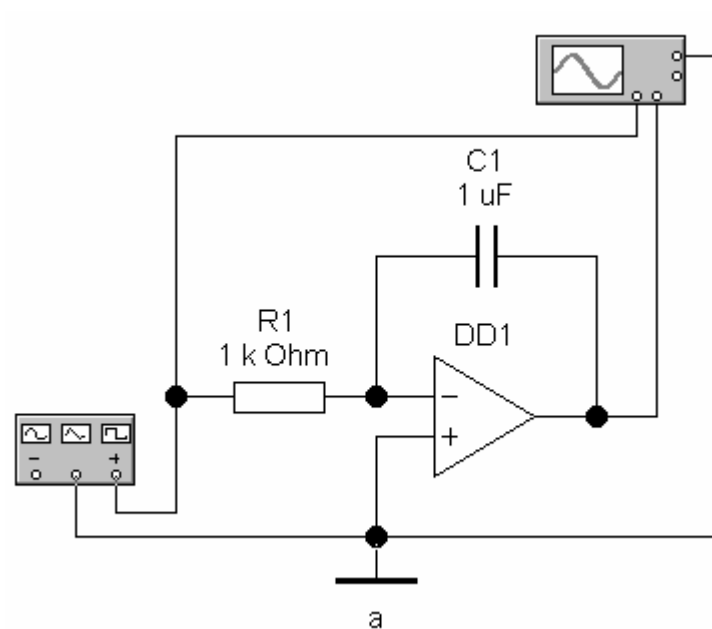


Рисунок 43 – Интегратор (а) и дифференциатор (б) на операционном усилителе

17. Сделать вывод.

Лабораторная работа №8

Исследование мультивибратора на операционном усилителе

Цель работы: Построение схемы и изучение принципа работы мультивибратора на ОУ.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое электрический импульс?
2. Что понимают под импульсным режимом работы аппаратуры?
3. Какие виды импульсов вам известны?
4. Нарисуйте видеоимпульс. Назовите его основные параметры.
5. Назовите и поясните параметры периодических импульсов.
6. Как определить скважность импульсов? Как называется величина, обратная скважности?
7. Что такое мультивибратор? Каково его назначение?
8. Нарисуйте схему мультивибратора на транзисторах. Поясните принцип работы схемы.
9. Какие еще импульсные генераторы вам известны. В чем их отличия?
10. Выполните расчет мультивибратора на ОУ по данным, предложенным преподавателем.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему мультивибратора на ОУ, изображенную на рисунке 44.

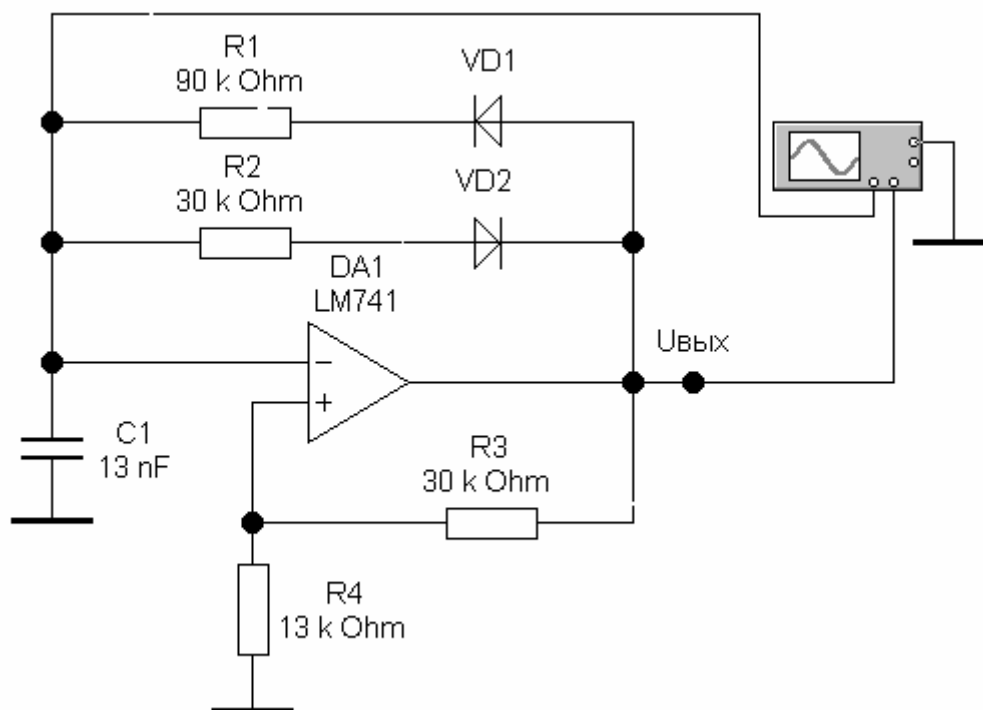


Рисунок 44 – Схема для исследования мультивибратора на ОУ

2. Установить значения параметров элементов в соответствии со схемой (рекомендуется использовать полученные при расчете).
3. Включить схему.
4. Развернуть и настроить осциллограф, изменяя чувствительность и длительность развертки. На экране можно наблюдать изменение напряжения на конденсаторе и выходной сигнал (рисунок 45)

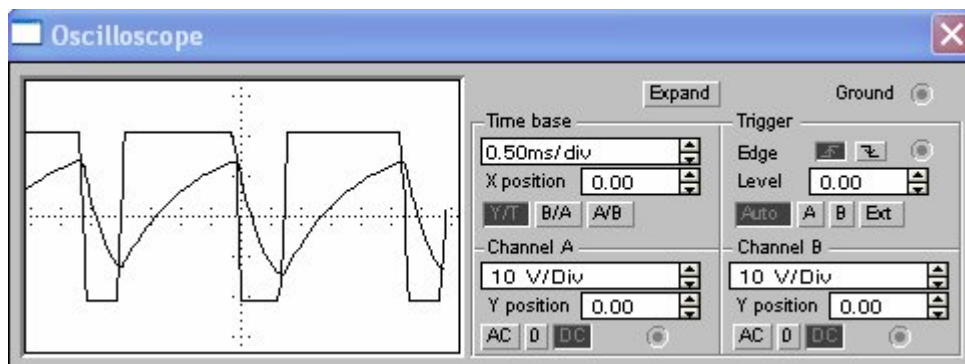


Рисунок 45 – Осциллограммы напряжения на конденсаторе и выходного сигнала

- Используя показания осциллографа рассчитать параметры выходного импульсного сигнала.
- Изменяя значения сопротивления резисторов R1 и R2 , а затем емкости конденсатора C1, проследить за изменениями выходного сигнала.
- Сделать вывод.

Лабораторная работа №9

Исследование логических схем И и ИЛИ

Цель работы: изучение принципа действия логических схем И и ИЛИ на диодах и экспериментальное подтверждение их таблиц истинности.

Вопросы для самоподготовки

- Что такое и для чего служат логические сообщения?
- Для чего предназначены логические операции?
- Что такое инверсия? Как записывается эта операция? Нарисуйте условное графическое обозначение соответствующего логического элемента. Нарисуйте схему логического элемента на транзисторах.
- Что такое дизъюнкция? Как записывается эта операция? Нарисуйте условное графическое обозначение соответствующего логического элемента. Нарисуйте схему логического элемента на транзисторах.
- Что такое конъюнкция? Как записывается эта операция? Нарисуйте условное графическое обозначение соответствующего логического элемента. Нарисуйте схему логического элемента на транзисторах.
- Нарисуйте условное графическое обозначение и таблицу истинности логического элемента И-НЕ.
- Нарисуйте условное графическое обозначение и таблицу истинности логического элемента ИЛИ-НЕ.
- Что такое ТТЛ-логика? Нарисуйте схему логического элемента И-НЕ ТТЛ-логики. Поясните принцип работы схемы.
- Что такое МДП-логика? Нарисуйте схему логического элемента ИЛИ-НЕ МДП-логики. Поясните принцип работы схемы.
- Назовите основные параметры логических интегральных микросхем.

Порядок выполнения работы

- Собрать схему логического элемента И, изображенную на рисунке 55.

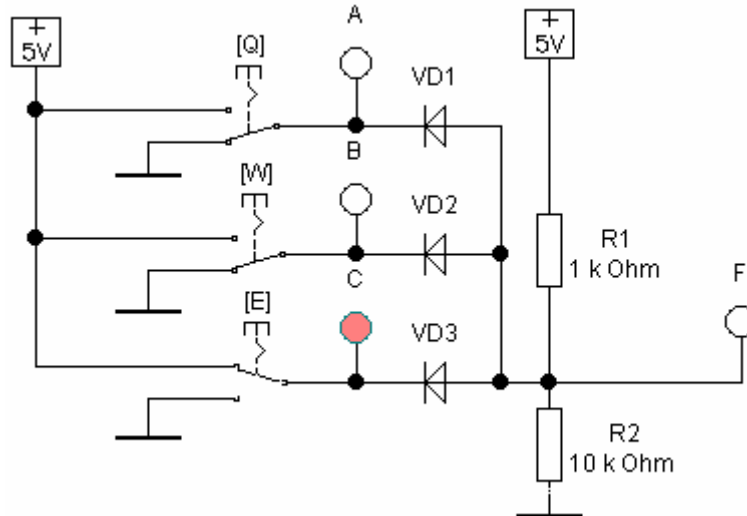


Рисунок 55 – Схема для исследования логического элемента И

- Установить значения параметров элементов в соответствии со схемой.

Таблица 7 – Таблица истинности логического элемента И

A	B	C	F
0	0	0	
1	0	0	
0	1	0	
0	0	1	
1	1	0	
1	0	1	
0	1	1	
1	1	1	

- Включить схему.
- С помощью ключей (управляются клавишами [Q], [W], [E]) подать на вход схемы различные комбинации переменных A, B и C. Значения функции F занести в таблицу 7.
- Собрать схему логического элемента ИЛИ, изображенную на рисунке 56.

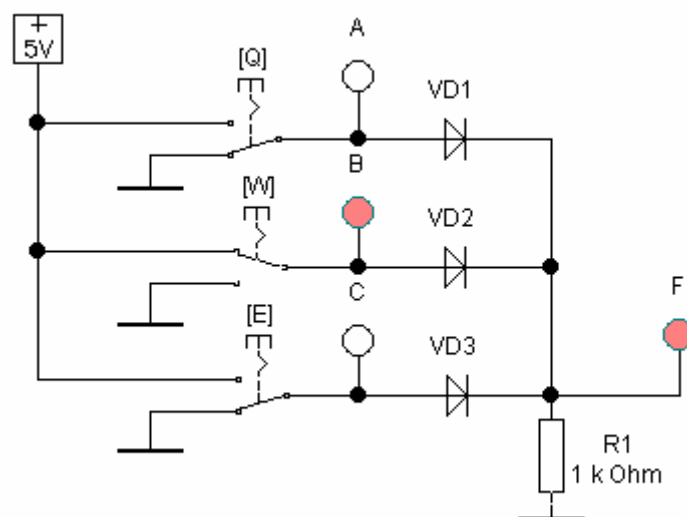


Рисунок 56 – Схема для исследования логического элемента ИЛИ

Таблица 8 – Таблица истинности логического элемента ИЛИ

A	B	C	F
0	0	0	
1	0	0	
0	1	0	
0	0	1	
1	1	0	
1	0	1	
0	1	1	
1	1	1	

6. Установить значения параметров элементов в соответствии со схемой.
7. Включить схему.
8. С помощью ключей (управляются клавишами [Q], [W], [E]) подать на вход схемы различные комбинации переменных A, B и C. Значения функции F занести в таблицу 8.
9. Сделать вывод.

Лабораторная работа №10

Исследование выпрямителей и сглаживающих фильтров

Цель работы: Построение схем и изучение принципа работы однофазных выпрямителей и сглаживающих фильтров.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое выпрямители? Каково их назначение?
2. Какие виды выпрямителей вам известны?
3. Нарисуйте схему и поясните принцип работы однополупериодного выпрямителя. По каким формулам можно определить параметры выходного напряжения такого выпрямителя?
4. Что такое коэффициент пульсаций? По какой формуле он определяется? Какие требования предъявляются к качеству выпрямленного напряжения при питании различных устройств?
5. Какими способами можно уменьшить пульсации выпрямленного напряжения?
6. Нарисуйте схемы и поясните принцип действия сглаживающих фильтров. Запишите формулы для определения коэффициента сглаживания фильтров.
7. Нарисуйте схему и поясните принцип работы однофазного нулевого выпрямителя (двухполупериодного). По каким формулам можно определить параметры выходного напряжения такого выпрямителя?
8. Нарисуйте схему и поясните принцип работы однофазного мостового выпрямителя (двухполупериодного). По каким формулам можно определить параметры выходного напряжения такого выпрямителя?
9. Рассчитать однофазный мостовой выпрямитель с C-фильтром (используя, например, метод Терентьева), если $E_1=220\text{В}$, $U_n=(70+\text{Ваш номер по журналу})\text{В}$, $I_n=0,1\text{А}$, $q_2=0,05$, $r=0,1\text{Ом}$. Параметры диодов I_a , $I_{ам}$, $U_{обр}$; трансформатора I_2 , I_1 , E_2 , k_T , S_T и емкость фильтра C.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему однополупериодного выпрямителя, изображенную на рисунке 63.

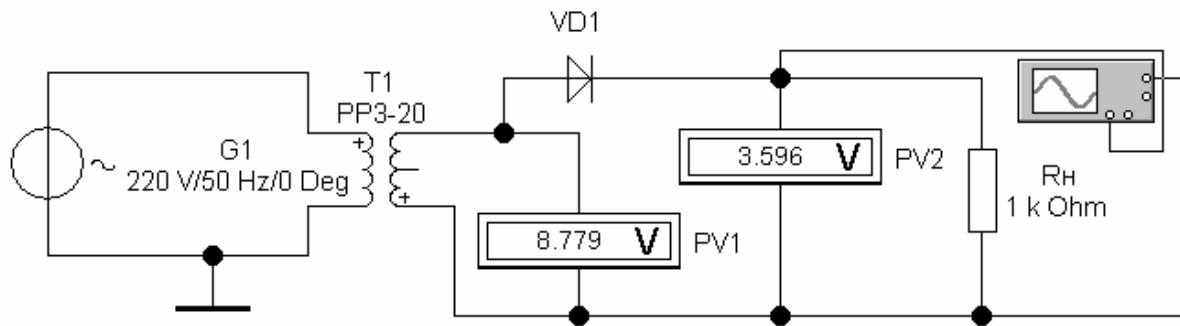


Рисунок 63 – Однополупериодный выпрямитель

2. Установить вольтметр PV1 в режим измерения переменного напряжения (AC).
3. Включить схему.
4. По показаниям приборов определить напряжение на выходе трансформатора и выпрямленное напряжение на нагрузке (Вольтметр PV2 должен находиться в режиме измерения постоянного напряжения – DC).
5. По показаниям прибора PV1 рассчитать выпрямленное напряжение на активной нагрузке. Сравнить с экспериментально полученными данными.
6. Переключить вольтметр PV2 в режим измерения переменного напряжения. Измерить пульсации выпрямленного напряжения. Сравнить с теоретическими данными.
7. Развернуть лицевую панель осциллографа. Наблюдать форму входного и выходного напряжения выпрямителя.
8. Собрать схему однофазного нулевого выпрямителя, изображенную на рисунке 64.

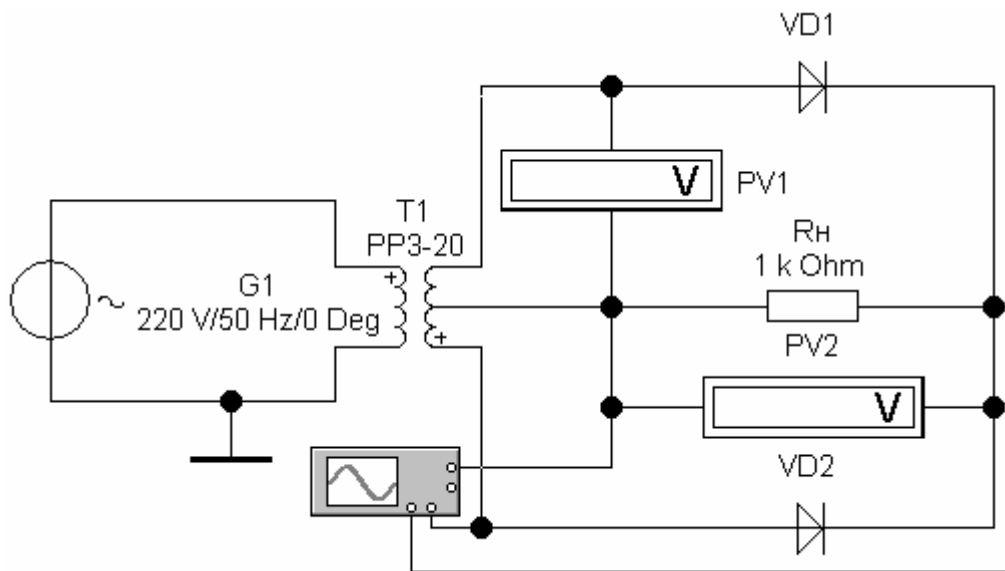


Рисунок 64 – Однофазный нулевой выпрямитель

9. Установить вольтметр PV1 в режим измерения переменного напряжения (AC).
10. Включить схему.
11. По показаниям приборов определить напряжение на выходе первой половины вторичной обмотки трансформатора и выпрямленное напряжение на нагрузке (Вольтметр PV2 должен находиться в режиме измерения постоянного напряжения – DC).
12. По показаниям прибора PV1 рассчитать выпрямленное напряжение на активной нагрузке. Сравнить с экспериментально полученными данными.
13. Переключить вольтметр PV2 в режим измерения переменного напряжения. Измерить пульсации выпрямленного напряжения. Сравнить с теоретическими данными.

14. Развернуть лицевую панель осциллографа. Наблюдать форму входного и выходного напряжения выпрямителя.
15. Собрать схему однофазного мостового выпрямителя, изображенную на рисунке 65.

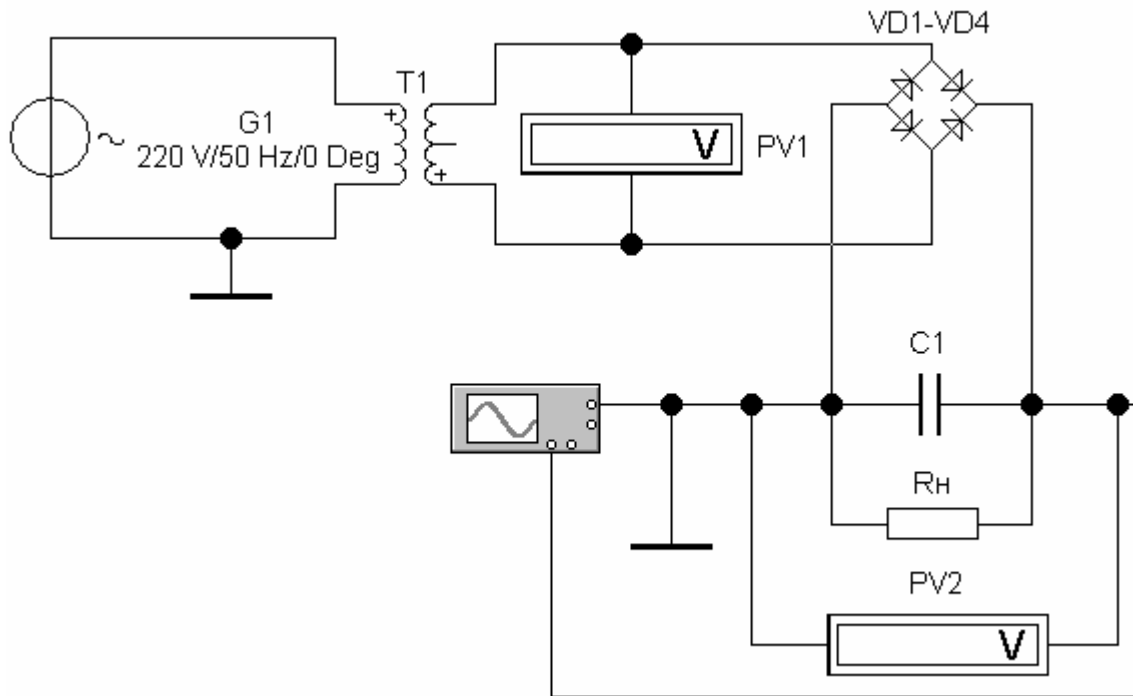


Рисунок 65 – Однофазный мостовой выпрямитель

16. Установить параметры элементов схемы в соответствии с полученными при подготовке к лабораторной работе.

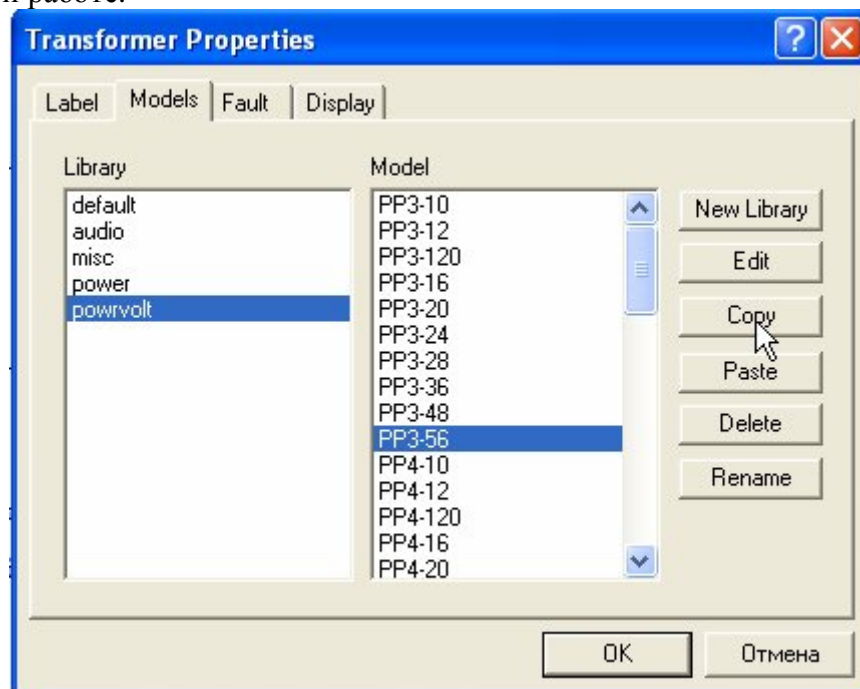


Рисунок 66 – Свойства трансформатора

17. При установке параметров трансформатора двойным щелчком левой кнопки мыши открыть диалоговое окно Transformer Properties (Свойства трансформатора). На вкладке Models (Модели) из списка powrvolt выбрать произвольный трансформатор (например, PP3-56).

Нажать кнопку Copy (Копировать) (Рисунок 66). Нажать кнопку Past (Вставить). В появившемся диалоговом окне вписать произвольное название трансформатора. Нажать кнопку ОК. Нажать кнопку Edit (Редактировать). В открывшемся диалоговом окне Transformer Model (Модель трансформатора) в строке Primary-to-secondary turns ratio (Коэффициент трансформации) вписать необходимый коэффициент трансформации. В данном диалоговом окне доступны также параметры:

- Leakage inductance – Индуктивность рассеяния
- Magnetizing inductance – Намагничивание катушки индуктивности
- Primary winding resistance – Сопротивление первичной обмотки
- Secondary winding resistance – Сопротивление вторичной обмотки (Рисунок 67).

Закрывать окна нажимая кнопку ОК.

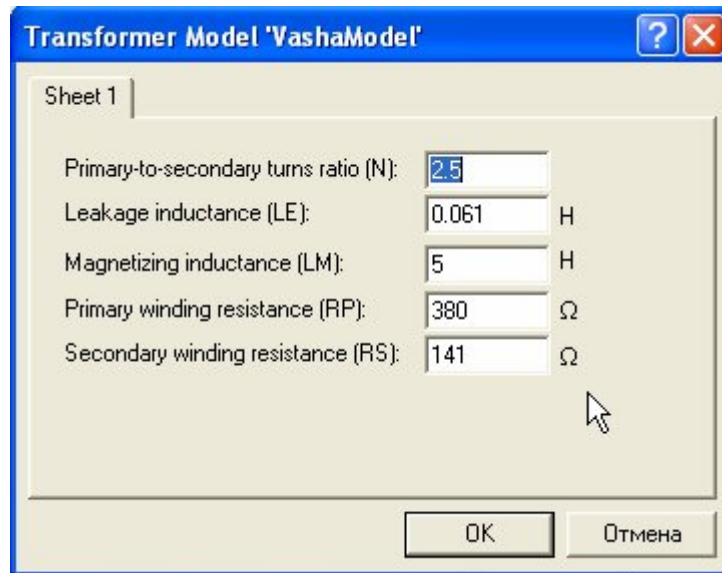


Рисунок 67 – Модель трансформатора

18. Включить схему и проверить ее работу. Сравнить значения, полученные экспериментально, с расчетными.
19. Развернуть лицевую панель осциллографа. Наблюдать форму входного и выходного напряжения выпрямителя.
20. Провести необходимые измерения и рассчитать коэффициент пульсаций выходного напряжения и коэффициент сглаживания С-фильтра.
21. Сделать вывод.

Лабораторная работа №11

Исследование стабилизаторов постоянного напряжения

Цель работы: Построение схем и изучение принципа работы параметрического и компенсационного стабилизаторов напряжения.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое стабилизаторы напряжения? Каково их назначение?
2. Какие виды стабилизаторов вам известны?
3. Поясните принцип работы стабилизаторов. Нарисуйте функциональные схемы.
4. Какие элементы входят в состав параметрического стабилизатора напряжения? Нарисуйте схему. Поясните назначение элементов.
5. В каком режиме работы стабилизатора нагрузка на стабилитрон максимальна – в режиме холостого хода или в режиме короткого замыкания
6. Рассчитайте схему параметрического стабилизатора напряжения, выбрав необходимые данные из представленных ниже:
 $U_{вх}=9В$, $U_H=5,2В$, $R_H=100кОм$, $U_{стаб.ном}=5,1В$, $R_{ст}=7Ом$, $I_{ст.мин}=3мА$, $I_{ст.маx}=49мА$, $I_{ст.ном}=10мА$, $P_{маx}=300мВт$.
7. По какой формуле определяется коэффициент стабилизации?
8. Какие элементы входят в состав компенсационного стабилизатора напряжения? Нарисуйте схему. Поясните назначение элементов.
9. Расскажите о принципе построения компенсационного стабилизатора на ОУ.
10. Расскажите, из каких основных узлов состоят интегральные стабилизаторы напряжения.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему параметрического стабилизатора напряжения, изображенную на рисунке 68. Источник переменного напряжения G1 используется в схеме для имитации пульсаций.

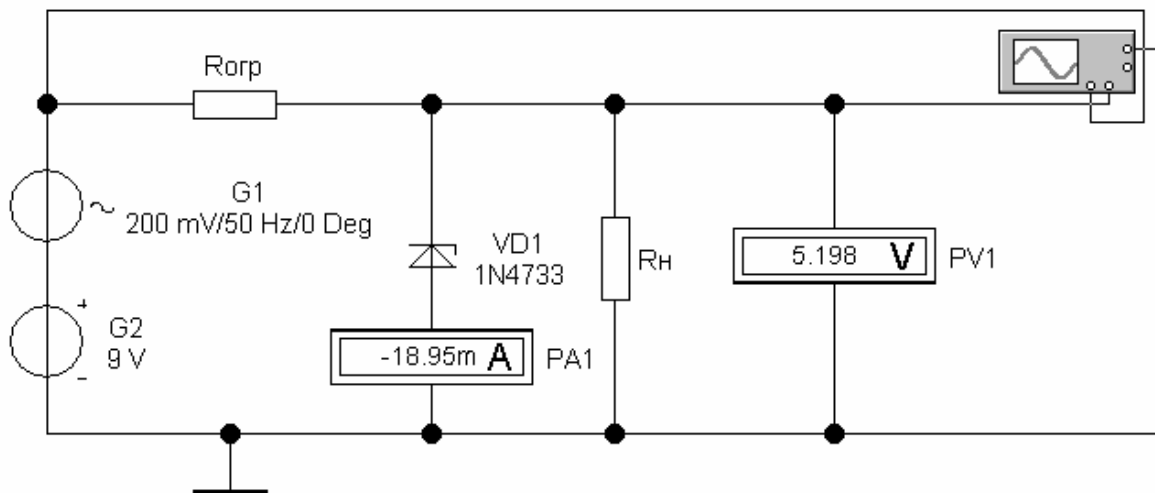


Рисунок 68 – Параметрический стабилизатор напряжения

2. Установить сопротивление резистора $R_H=100кОм$, а сопротивление ограничительного резистора – в соответствии с результатами расчетов.
3. Включить схему.
4. По показаниям приборов проверить параметры рассчитанного стабилизатора.
5. Развернуть панель осциллографа и наблюдать входной и выходной сигналы (Рисунок 69).

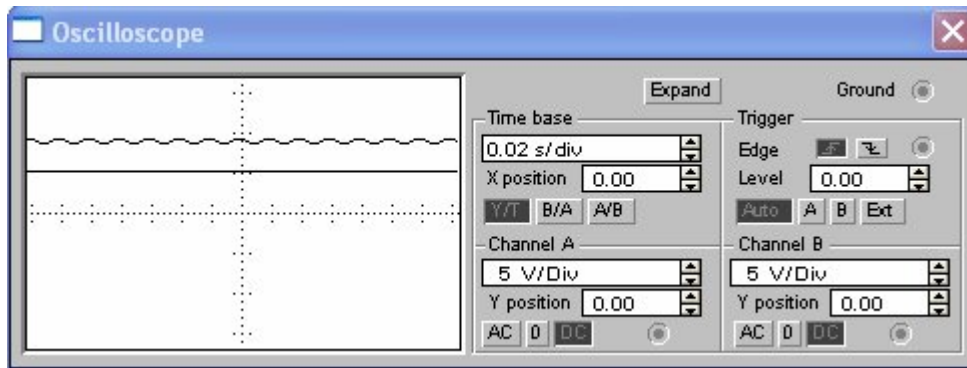


Рисунок 69 – Сигналы на входе и выходе стабилизатора

6. Открыть свойства вольтметра PV1 и переключить его на измерение переменного напряжения (режим AC).
7. Определить пульсации на нагрузке и рассчитать коэффициент стабилизации.
8. Собрать схему компенсационного стабилизатора напряжения, изображенную на рисунке 70.

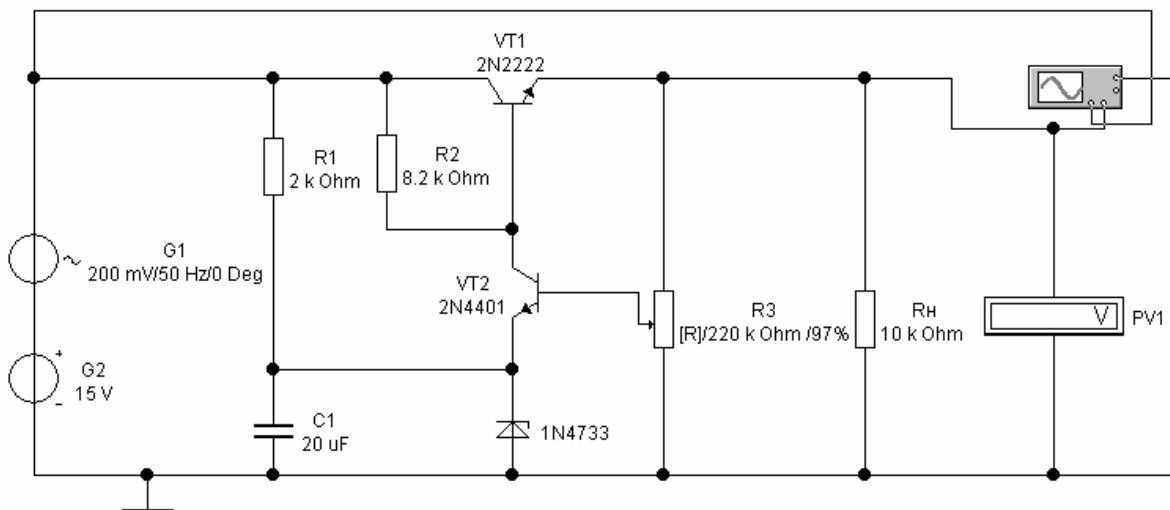


Рисунок 70 – Компенсационный стабилизатор напряжения

9. Изменяя сопротивление переменного резистора R3 с помощью клавиш [R] (уменьшение сопротивления) и [Shift]+[R] (увеличение сопротивления) установить на нагрузке напряжение 6В.
10. Развернуть панель осциллографа и наблюдать входной и выходной сигналы (Рисунок 69).
11. Открыть свойства вольтметра PV1 и переключить его на измерение переменного напряжения.
12. Определить пульсации на нагрузке и рассчитать коэффициент стабилизации.
13. Сделать вывод.