

Министерство образования Российской Федерации
Томский политехнический университет

Кафедра компьютерных измерительных систем и метрологии
(КИСМ)

"УТВЕРЖДАЮ"

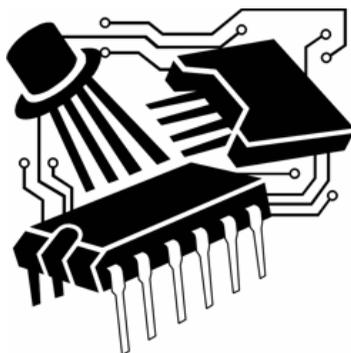
Зав. кафедрой КИСМ, проф.
С.В. Муравьев

" ____ " _____

Методические указания по изучению дисциплины "электроника"

Разработчик

Канд. техн. наук, доцент
О.В. Стукач



Томск 2008

2 О.В. Стукач Методические указания по электронике
УДК 621.372:621.375.13

О.В. Стукач. Методические указания по изучению дисциплины "электроника" для студентов заочной и дистанционной форм обучения. Томск: ТПУ, 2008. – 40 с.

Приводится программа, контрольные задания, описание практических занятий и лабораторных работ по дисциплине "электроника". Даются комментарии к изучению дисциплины и выбору литературы.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры КИСМ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	4
2. Организационно-методические указания изучения дисциплины "электроника"	5
2.1. Цели и задачи изучения дисциплины	5
2.2. Связь с другими дисциплинами	5
2.3. Знания, умения и навыки, которые должен приобрести студент в результате изучения дисциплины	5
2.4. Временной график	6
3. Программа дисциплины "электроника"	6
4. Основные виды занятий и особенности их проведения при изучении дисциплины	9
4.1. Тематика лекционных занятий	9
4.2. Тематика практических занятий	9
4.3. Тематика лабораторных занятий	10
4.4. Зачет и экзамен	22
5. Контрольные задания по дисциплине "электроника"	22
6. Комментарии к изучению дисциплины, оформлению заданий и отчетов	31
6.1. Рекомендации по изучению дисциплины "электроника"	31
6.2. Общая методика решения задач	34
6.3. Требования к оформлению контрольных заданий и лабораторных работ	34
6.4. Требования к выполнению лабораторных работ	35
7. Список рекомендуемой литературы	36
7.1. Основная литература	36
7.2. Дополнительная литература	38

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания предназначены для студентов заочной и дистанционной форм обучения, изучающих курс электроники. Пособие включает общие указания по изучению курса, методические указания по решению задач, рекомендуемую литературу, контрольные задания и вопросы для самопроверки по отдельным темам курса. Кратко рассматриваются вопросы лабораторного практикума, который проводится во время экзаменационной сессии.

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины "электроника" для специальностей 210100 – управление и информатика в технических системах и 220400 – программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем. Данные методические указания могут быть также использованы при изучении дисциплины "электроника" и "физические основы электроники" других технических специальностей и направлений подготовки бакалавров и инженеров.

При разработке методических указаний обобщен опыт ранее изданных кафедрой методических руководств, а также учтен опыт работы в этом направлении других вузов.

В связи с тем, что для успешного изучения электроники главным является лабораторный практикум, в пособии приводится краткая программа лабораторных работ, взятая из [1-4]. Постановку лабораторного практикума первоначально осуществили С.А. Зайдман, А.А. Куш, А.Н. Плотников, М.С. Ройтман, В.М. Сергеев, Ю.К. Рыбин, Ю.М. Фомичев, Э.И. Цимбалст. Лабораторные макеты разработаны и изготовлены сотрудниками кафедры радиотехники Томского политехнического института (КИСМ ТПУ).

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ "ЭЛЕКТРОНИКА"

2.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Дисциплина "Электроника" является общетехнической базовой для изучения специальных дисциплин, предусмотренных государственным образовательным стандартом.

Целью преподавания дисциплины является обеспечение ясного понимания студентами физических принципов работы, методов изготовления и возможностей применения электронных устройств на полупроводниковых приборах, задач, решаемых с помощью электронных устройств, а также формирование представлений о математических методах их анализа и проектирования.

При изучении дисциплины студенты должны изучить основные этапы полупроводниковой технологии, освоить теорию полупроводниковых приборов и их использование в электронных схемах. Полученные в лекционном курсе знания используются студентами на практических занятиях, расчете контрольных заданий и при выполнении лабораторного практикума для изучения режимов работы и возможностей применения полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.

2.2. Связь с другими дисциплинами

Дисциплина "Электроника" базируется на знаниях студентов, приобретенных в курсах общей физики и математики, теории цепей и сигналов, электротехники.

2.3. Знания, умения и навыки, которые должен приобрести студент в результате изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- знать назначение, области применения и физические принципы работы основных электронных устройств;

6 О.В. Стукач Методические указания по электронике

- уметь пользоваться справочной литературой для выбора элементов электронных схем, производить необходимые расчеты, составлять математическое описание функционирования устройств и определять их характеристики;
- иметь представление о современном состоянии вопроса в области электронных систем и устройств, их совершенствовании, о тенденциях в развитии элементной базы и конструктивных особенностях используемых устройств.

2.4. Временной график

Общее количество часов, которое отводится на изучение курса – 198. Аудиторных часов – 40, из них: лекций – 16 часов, практических занятий – 8 часов и лабораторных занятий – 16 часов. На самостоятельную работу студентов отводится 158 часов.

3. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ "ЭЛЕКТРОНИКА"

1. Основные задачи, решаемые электронной техникой.

Обработка и передача информации посредством электрических сигналов. Аналоговые и цифровые устройства. Основные операции, выполняемые над сигналами электронными устройствами. Основные виды преобразования электрической энергии электронными устройствами. Технологии проектирования современных электронных устройств.

2. Основы полупроводниковой технологии.

Электропроводимость полупроводников. Типы электрических переходов. Теория р-п перехода. Основные и неосновные носители заряда. Движение свободных носителей. Способы управления проводимостью в полупроводниках. Перенос и рассеяние носителей в полупроводниках. Математическое моделирование р-п перехода. Уравнения, статические и динамические характеристики. Высокочастотные свойства, барьерная емкость р-п перехода. Пробой р-п перехода. Барьер Шоттки.

3. Диоды.

Вольтамперные характеристики (ВАХ), динамические свойства, основные справочные параметры. Эквивалентная схема замещения диода. Диод под внешним напряжением. Стабилитрон. ВАХ, эквивалентная схема замещения стабилитрона, справочные параметры. Применение стабилитронов. Туннельный диод.

4. Биполярный транзистор.

Теория работы и принцип действия биполярного транзистора. ВАХ транзистора. Четыре режима работы транзистора (отсечка, насыщение, активный и инверсный). Схемы замещения. H-параметры малосигнальной модели биполярного транзистора и их определение. Высокочастотные свойства биполярного транзистора. Работа транзистора в схеме. Температурная стабильность каскадов на биполярном транзисторе.

5. Полевой транзистор.

Теория работы и принцип действия полевого транзистора. ВАХ транзистора. Схема замещения. Основные параметры транзисторов. Высокочастотные свойства полевого транзистора. Работа полевого транзистора в схеме.

6. Тиристор.

Принцип действия, основные характеристики и параметры, области применения тириستоров.

7. Усилитель электрических сигналов.

Усилители различного назначения, их основные характеристики и показатели работы. Линейные и нелинейные искажения. Основные схемы включения активных элементов. Сравнительные характеристики усилительных каскадов. Усилительные каскады на биполярных транзисторах. Анализ по постоянному и переменному токам. Режимы работы транзисторов. Анализ усилителей в области низких и высоких частот. Составной транзистор. Дифференциальный усилительный каскад.

8 О.В. Стукач Методические указания по электронике

8. Некоторые вопросы общей теории обратных связей применительно к усилительным устройствам.

Влияние отрицательной обратной связи на входное и выходное сопротивление и амплитудно-частотную характеристику усилителя. Проблема устойчивости усилителя с обратной связью.

9. Генератор электрических колебаний.

Генераторы гармонических сигналов и основные принципы их построения. Генераторы сигналов специальной формы. Генератор на туннельном диоде.

10. Операционный усилитель (ОУ).

Принцип работы, основные характеристики и параметры операционных усилителей. Обеспечение статического режима работы ОУ. Функциональные преобразователи сигналов на ОУ. Модель идеального ОУ и ее использование для анализа основных функциональных преобразователей сигналов.

11. Устройства преобразования электрических сигналов.

Умножители и преобразователи частоты. Модуляторы. Детекторы. Масштабные усилители.

12. Источники электропитания электронных устройств.

Диодные выпрямители. Схемы выпрямителей. Стабилизаторы питающих напряжений. Фильтры. Параметрические, компенсационные и импульсные стабилизаторы напряжения.

13. Основы оптоэлектроники и криоэлектроники.

Назначение и характеристики оптоэлектронных приборов. Фотодетекторы. Модуляторы.

14. Основы цифровой электроники.

Преимущества цифровой электроники. Транзисторный ключ. Элементы И, ИЛИ, НЕ. Схемотехника и основные параметры элементов. Основы алгебры логики. Теоремы алгебры логики. Минимизация логических функций. Комбинационные логические устройства. Примеры комбинационных устройств.

Цифровые устройства: триггеры, счетчики, аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи.

4. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Тематика лекционных занятий

1. Основные задачи, решаемые электронной техникой (1 ч.) Основы полупроводниковой технологии (1 ч.)
2. Диоды (1 ч.) Биполярный транзистор (1 ч.)
3. Полевой транзистор (1 ч.) Тиристор (1 ч.)
4. Усилитель электрических сигналов (1 ч.) Теория обратных связей в усилителях (1 ч.)
5. Генератор электрических колебаний (1 ч.) Операционный усилитель (1 ч.)
6. Устройства преобразования электрических сигналов (1 ч.) Источники электропитания электронных устройств (1 ч.) Основы оптоэлектроники и криоэлектроники (1 ч.)
7. Основы цифровой электроники (4 ч.)

4.2. Тематика практических занятий

1. Сигналы, определение их параметров.

Дифференциальное уравнение как математическая модель электронных устройств. Комплексный коэффициент передачи. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазочастотная (ФЧХ) характеристики. Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика. Переходная характеристика. Связь временных и частотных характеристик. Электрические фильтры. Цепь первого порядка. Частотные свойства RC-цепей первого порядка (НЧ и ВЧ фильтр). Граничная частота, коэффициент частотных искажений. Прохождение импульсных сигналов через RC-цепи первого порядка.

10 О.В. Стукач Методические указания по электронике

2. Методы расчета нелинейных схем.

Схемы применения диода и стабилитрона. Графический расчет. Аналитический расчет нелинейных схем. Расчет усилительного каскада на биполярном транзисторе. Назначение элементов. Анализ по постоянному и переменному току. Выбор рабочей точки транзистора. Энергетические режимы. Мало-сигнальная схема замещения усилителя, расчет основных параметров: коэффициента усиления, входного и выходного сопротивления. Расчет элементов схемы. Оценка влияния обратных связей на характеристики усилителя.

3. Расчет схем на интегральном ОУ.

Характеристики и параметры интегрального ОУ. Расчет функциональных преобразователей на основе ОУ: усилители, сумматоры, интеграторы и т.п.

4. Цифровая электроника.

Преобразование логической функции к минимальному виду. Синтез цифрового устройства по логической функции.

4.3. Тематика лабораторных занятий

4.3.1. Лабораторная работа 1. Исследование характеристик полупроводниковых диодов [1]

Целью работы является экспериментальное исследование статических вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов, определение их статических и динамических сопротивлений.

Для успешного проведения лабораторной работы студент должен:

- уметь правильно собирать схему эксперимента, грамотно пользоваться измерительными приборами; знать принцип действия р-п-перехода, причины асимметрии ВАХ, природу прямых и обратных токов через р-п-переход,

величину и полярность напряжения на диоде в прямом и обратном включении, механизм пробоя стабилитронов;

- научиться исследовать ВАХ диодов в прямом и обратном направлениях, проводить сравнительный анализ ВАХ диодов различных типов.

Программа работы заключается в следующем.

1. Собрать схему для исследования ВАХ полупроводниковых диодов (рис. 1). Лабораторный макет позволяет исследовать характеристики в прямом и обратном включении диодов. Для повышения точности измерений малых токов рекомендуется ток через диод измерять цифровым вольтметром, при этом необходимо правильно подключить макет к токовым входам прибора и переключателем установить наименьшие пределы измерения тока.

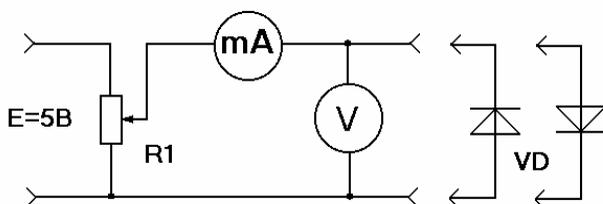


Рис. 1. Схема для измерения ВАХ диодов

2. Измерить ВАХ полупроводникового диода и стабилитрона в прямом и обратном включении. Для этого задавать ток через диод, изменяя положение движка потенциометра R1 и измерять постоянное напряжение на диоде. Ток через диод не должен превышать 10 мА. Сделать 8–12 измерений для прямой и обратной ветвей характеристик диода и стабилитрона.

3. Построить по измеренным значениям ВАХ полупроводникового диода и стабилитрона. По характеристикам стабилитрона определить напряжение стабилизации.

4. Рассчитать статическое и дифференциальное сопротивление диода и стабилитрона для одной выбранной точки прямой ветви ВАХ.

12 О.В. Стукач Методические указания по электронике

5. В отчете по лабораторной работе необходимо привести:

- электрическую схему измерений исследуемого устройства;
- таблицы экспериментальных данных и соответствующие им графики ВАХ;
- расчетные значения параметров (статическое и динамическое сопротивление диода и стабилитрона);
- выводы по проделанной работе, которые должны содержать сравнительный анализ ВАХ диода и стабилитрона.

4.3.2. Лабораторная работа 2. Бестрансформаторные усилители мощности [2]

Целью работы является исследование энергетических характеристик бестрансформаторных усилителей мощности (УМ) на транзисторах. В процессе работы студент должен изучить схемотехнику простейших УМ, узнать специфику УМ: факторы, влияющие на величину коэффициента полезного действия (КПД), возможные режимы работы активных элементов, предельно достижимые значения КПД для этих режимов.

Экспериментальная часть работы содержит определение реальных значений КПД УМ на основе повторителя напряжения:

- с резистивной нагрузкой,
- с нелинейной нагрузкой на однотипных транзисторах,
- по двухтактной схеме на разнотипных транзисторах.

Программа работы заключается в следующем.

1. Собрать схему УМ на повторителе с резистивной нагрузкой.

При отсутствии входного сигнала измерить и записать величину тока покоя коллектора транзистора $VT_2 - I_0$. Подав на вход усилителя сигнал звуковой частоты (в области средних частот работы усилителя) определить и измерить величину максимального неискаженного выходного напряжения U_2 (эффективное значение) и величину постоянной составляющей

щей тока коллектора I_0 . Рассчитать переменную мощность, развиваемую в нагрузке $P_n = U_2^2 / R_7$, ($R_7 = 510 \text{ Ом}$); мощность, потребляемую от источника питания $P_o = EI_0$, ($E = 10 \text{ В}$) и коэффициент полезного действия $\eta = P_n / P_o \cdot 100\%$.

Отключить резистор R_3 , определить ток покоя. Посмотреть и зарисовать с экрана осциллографа форму выходного напряжения.

2. Собрать схему усилителя мощности на основе повторителя с нелинейной нагрузкой (рис. 3). Здесь в отличие от предыдущей схемы, в которой хорошая стабильность тока покоя достигалась за счет большой величины резистора обратной связи R_3 , установка необходимой величины тока покоя и его стабилизация осуществляется с помощью низковольтного регулируемого источника стабильного напряжения (транзистор $VT1$ и резисторы $R1, R2$).

При нулевом входном сигнале резистором $R1$ установить ток покоя, равный по величине току покоя в первом пункте работы. Определить величину неискаженного выходного напряжения, постоянную составляющую тока коллектора и КПД этого каскада.

3. Собрать схему двухтактного усилителя мощности на разнотипных транзисторах (рис. 4).

При нулевом входном сигнале резистором $R1$ установить ток покоя, равный току покоя в двух предыдущих пунктах работы. Определить максимальное значение неискаженного выходного сигнала ($R_5 = R_7 = 510 \text{ Ом}$), постоянную составляющую тока коллектора и КПД.

4. Установить ток покоя $I \approx 0$ (так называемый режим В) и по осциллографу наблюдать характерные для режима В искажения сигнала. Зарисовать форму сигнала. Определить минимальное значение тока покоя, при котором эти искажения исчезают (режим АВ).

5. Определить зависимость КПД двухтактного каскада от величины тока покоя. С этой целью при нулевом выходном сигнале установить новые значения тока покоя, меньше исход-

ного, определить максимальное напряжение неискаженного выходного сигнала, соответствующее ему значение постоянной составляющей тока коллектора и КПД. Минимальное значение тока покоя должно соответствовать режиму В.

6. При токе покоя, соответствующем режиму АВ для максимального неискаженного выходного сигнала зарисовать форму напряжения на резисторе R6.

7. В отчете привести схемы исследуемых устройств, описание назначения всех элементов схем, эпюры напряжений, упоминаемых в программе эксперимента, сравнение работы усилителя мощности в режимах А, В и АВ по энергетическим характеристикам и искажению входного сигнала.

8. Ответить на следующие контрольные вопросы:

- почему при одинаковых токах покоя мощность усилителя с нелинейной нагрузкой больше, чем с линейной, а усилителя в режиме В больше, чем в режиме А?

- почему в повторителях напряжения постоянная составляющая коллекторного тока практически не зависит от уровня неискаженного выходного сигнала?

- в каком режиме и почему в усилителе постоянная составляющая тока коллектора зависит от уровня выходного сигнала?

- почему при несинусоидальном токе коллектора транзистора VT4 (рис. 4) выходное напряжение практически синусоидальное?

- какие следствия повышения КПД являются наиболее важными для транзисторных усилителей и каковы основные пути повышения КПД усилителей мощности?

- почему предпочтителен режим АВ, а не В?

- какими положительными свойствами обладают двухтактные каскады?

4.3.3. Лабораторная работа 3. Функциональное применение операционных усилителей [3]

Целью работы является экспериментальное исследование характеристик операционного усилителя, охваченного обратными связями и обеспечивающего выполнение различных математических операций над входными сигналами.

Подготовка к данной лабораторной работе базируется на следующих теоретических знаниях и практических навыках:

- теории обратной связи в усилителях;
- знании характеристик и параметров усилителей и способов их практического определения;
- изучении особенностей усилителей постоянного тока, в том числе в интегральном исполнении;
- знании схемотехники и методов анализа операционных усилителей, охваченных отрицательной обратной связью.

В результате подготовки к выполнению лабораторной работы студент должен освоить общие принципы и схемотехнические приемы, обеспечивающие выполнение разнообразных математических операций над входными сигналами с помощью операционных усилителей, охваченных обратной связью. Студент должен получать дополнительные практические навыки по работе с операционными усилителями и измерительными приборами.

Для выполнения лабораторной работы используются следующие приборы и оборудование:

- лабораторный макет с источником питания;
- генератор синусоидальных колебаний;
- ламповый вольтметр переменного напряжения;
- осциллограф;
- тестер или цифровой вольтметр;
- соединительные провода.

При выполнении всех пунктов работы необходимо подключать к ОУ цепи коррекции (C2, C3, R12).

Программа работы заключается в следующем.

1. Собрать схему инвертирующего включения ОУ (рис. 5). Экспериментально определить коэффициенты передачи по напряжению схемы при различных значениях сопротивлений в цепи обратной связи R8, R9 и R10. Рассчитать коэффициенты

передачи и сравнить полученные данные с экспериментальными. Убедиться, что в инверсном включении ОУ производится умножение входного напряжения на отрицательный коэффициент, значение которого определяется сопротивлениями обратной связи. Измерить значение напряжения между инвертирующим и неинвертирующим входами ОУ. Экспериментально доказать, что почти все входное напряжение падает на сопротивлении R3, а выходное – на переключаемых сопротивлениях R8-R10 обратной связи. Показать, что при заданном входном напряжении ток в цепи обратной связи задается сопротивлением R3, которое также определяет входное сопротивление схемы.

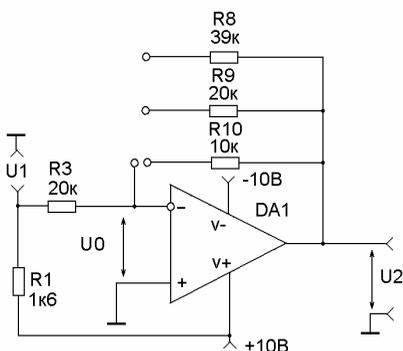


Рис. 5. Инвертирующее включение ОУ

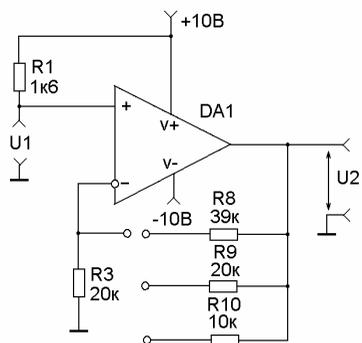


Рис. 6. Неинвертирующее включение ОУ

2. Собрать схему неинвертирующего включения ОУ (рис. 6). Экспериментально определить коэффициенты передачи по напряжению схемы при различных значениях сопротивлений в цепи обратной связи R8, R9 и R10. Рассчитать коэффициенты передачи и сравнить полученные данные с экспериментальными. Измерить значения напряжений на входах ОУ, сравнить с теоретическими значениями. Экспериментально доказать, что при заданном входном напряжении ток в цепи обратной связи определяется сопротивлением R3.

3. Собрать схему преобразователя напряжение-ток (рис.7). Измерить и построить зависимость $I_H=f(R_H)$, где $I_H=U_2/R_{19}$. Сопротивление нагрузки изменять переключением резисторов R14-R18. Напряжение U1 подавать с генератора сигналов.

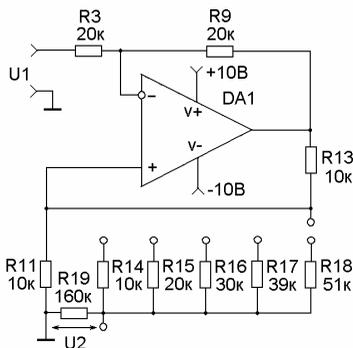


Рис. 7. Преобразователь напряжение-ток

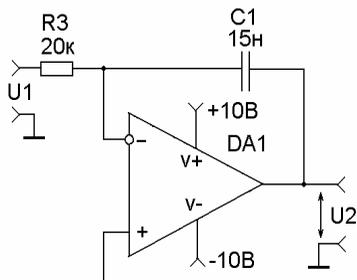


Рис. 8. Интегратор

4. Собрать схему интегратора (рис.8). Измерить и построить $K(\omega)=U_2(\omega)/U_1(\omega)$ амплитудно-частотную характеристику. Построить логарифмическую амплитудно-частотную характеристику $L(\omega)=20\lg[K(\omega)]$. Экспериментально определить частоту квазирезонанса, при которой выходное напряжение равно входному, сравнить с расчетом.

5. Собрать схему ограничителя (рис.9), убедиться, что на входе интегратора имеются импульсы, близкие по форме к прямоугольным. Зарисовать и объяснить форму выходного напряжения.

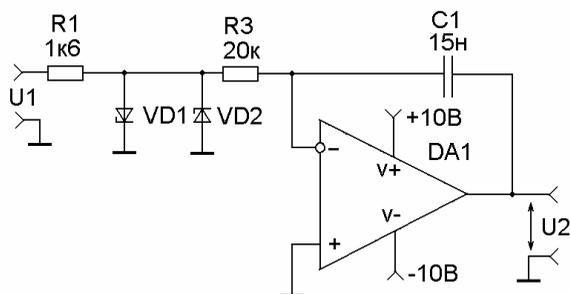


Рис. 9. Ограничитель

6. Собрать и исследовать схему компаратора электрических сигналов, предназначенного для сравнения значений двух входных напряжений (рис. 10). Объяснить принцип работы схемы.

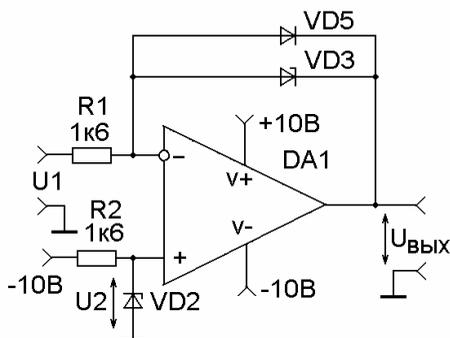


Рис. 10. Компаратор

4.3.4. Лабораторная работа 4. Исследование логических элементов И-НЕ [4]

Целью работы является изучение характеристик логических элементов, измерение их характеристик и исследование логических устройств, выполненных в базе И-НЕ.

Лабораторный макет содержит шесть микросхем. Каждый корпус микросхемы состоит из двух логических схем 3И-НЕ.

Программа лабораторной работы заключается в следующем.

1. Измерить выходные напряжения на логических элементах, соответствующие состояниям "лог.1" и "лог.0". Убедиться, что отключение какого-либо входа схемы ЗИ-НЕ эквивалентно подаче на этот вход сигнала "1".

2. Построить и исследовать функционирование комбинационных логических цепей, реализующих следующие логические функции:

$$F_1 = x_1\bar{x}_2 + \bar{x}_1x_2$$

$$F_2 = x_1 + x_2 + x_3$$

$$F_3 = x_1x_2x_3 + \bar{x}_1x_2x_3 + x_1\bar{x}_2x_3 + x_1x_2\bar{x}_3$$

Приступая к построению комбинационной логической цепи, следует предварительно минимизировать заданную логическую функцию, а затем представить в базисе И-НЕ. Считать при этом заданными только значения аргументов x_1 , x_2 и x_3 . По полученному аналитическому выражению построить логическую цепь, используя ячейки ЗИ-НЕ. Для управления комбинационными логическими цепями следует использовать потенциальные сигналы "1" и "0", выведенные на специальные гнезда. Задавая на лицевой панели макета возможные комбинации значений входных аргументов, заполнить таблицу истинности построенной логической цепи. Сравнить с таблицей истинности заданной логической функции.

3. Собрать и исследовать функционирование асинхронного и синхронного RS триггеров и D триггера, логические схемы которых приведены на рис. 11-13.

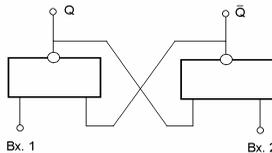


Рис. 11. Асинхронный RS триггер

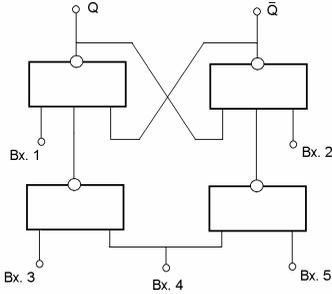


Рис. 12. Синхронный RS триггер

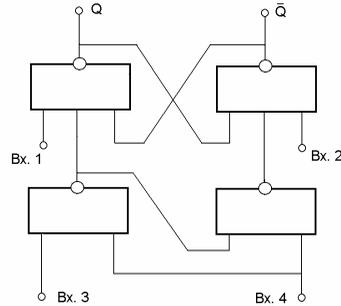


Рис. 13. D триггер

Составить диаграмму переходов триггеров. Дать характеристику триггеров по следующим признакам:

- по способу записи;
- по количеству управляющих входов;
- по способу функционирования.

В отчете по лабораторной работе необходимо привести:

- значения выходных напряжений схемы ЗИ-НЕ, соответствующих состояниям "лог. 1" и "лог. 0";
- последовательность минимизации и представления в базис заданных логических функций;
- исследованные логические схемы, реализующие заданные логические функции и таблицы истинности;
- логические схемы триггеров с указанием функционального назначения входов и характеристик триггеров по трем признакам, перечисленным в п. 3, а также диаграммы переходов.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ЭЛЕКТРОНИКА"

5.1. Общая информация

Номера контрольных заданий и варианты задач (см. пп. 5.2-5.11) сообщаются студентам во время установочных лекций. Контрольные задания должны быть сданы не позже начала экзаменационной сессии.

5.2. Задание 1. Описание сигналов

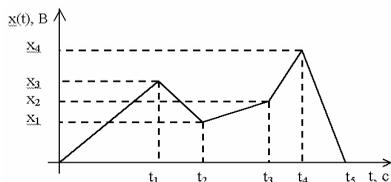


Рис. 14. Графическое представление сигнала

Аналитически описать заданный на рис. 14 и в таблице 1 сигнал. Найти среднее и среднеквадратическое значение за время t_5 .

Таблица 1

№	t_1	x_3	t_2	x_1	t_3	x_2	t_4	x_4	t_5
1.	1	1	1,5	2	3	4	4	4	7
2.	2	1	3	2	3,5	4	4	5	5
3.	0,5	1	1	1,5	1,5	3	3	5	5
4.	2	7	2,5	3	3	3	4	7	7
5.	2	5	3	4	4	5	5	7	8
6.	1	2	2	3	3	4	4	5	5
7.	1,5	2,5	3	3	4	5	6	5	7
8.	0,4	1	3	3	4,5	5	6,5	5	7
9.	0,3	1	0,5	2	0,7	3	0,8	4	1
10.	0,5	1	1	4	1,5	2	2	3	3
11.	1	3	1,5	2	2,5	2	3	3	4
12.	1,5	2	2	3	2,5	4	3	2	4
13.	0,7	1	1	4	1,5	3	2	4	3
14.	1	3	2	4	3	7	3,5	7	4

22 О.В. Стукач Методические указания по электронике

15.	3	5	3,5	7	4	7	4,5	2	5
16.	1	4	1,5	3	2	3,5	2,5	2	3
17.	0,5	3	1	2	1,5	4	2,5	3	5
18.	0,8	2	1,5	4	3	3	3,5	4	5
19.	1	2	3	3	5	7	6	5	7
20.	0,2	1	0,4	1,5	0,7	2	1	3	1,5
21.	0,1	2	0,5	1	0,7	0,5	0,8	1,5	1
22.	0,2	1,5	0,3	1,7	0,5	2	0,7	3	1
23.	1	5	4	7	5	9	6	3	7
24.	1,5	3	2,5	5	3	2	3,5	4	4
25.	1	1,5	3	2	5	7	7	8	10

5.3. Задание 2. Частотные характеристики линейных цепей

Любым известным вам способом получить выражения для комплексного коэффициента передачи, АЧХ, ФЧХ цепи. Задав значения R, L, C, постройте графики АЧХ и ФЧХ. При выполнении этого задания можно использовать программы MathCAD, Maple, Mathematica и др.

№	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5
1.	R	L	L	R	L
2.	R	C	C	R	C
3.	R	L	R	L	L
4.	R	C	R	L	R
5.	L	C	R	L	R
6.	R	L	C	R	L
7.	R	-	C	-	L
8.	-	R	R	L	C
9.	R	C	R	-	C
10.	R	L	R	-	L
11.	L	C	L	-	R
12.	L	R	L	-	R

13.	C	R	C	-	R
14.	R	C	C	R	L
15.	R	L	L	R	C
16.	C	R	R	L	C
17.	L	R	R	C	L
18.	C	L	R	R	L
19.	L	C	R	R	C
20.	R	C	C	L	R

Примечание: “-“ - короткозамкнутые узлы.

5.4. Задание 3. Расчет линейного звукового усилителя

Рассчитать элементы схемы однокаскадного усилителя, удовлетворяющего указанным в таблице 3 техническим требованиям. В расчет входят следующие этапы:

- выбор типа транзистора;
- определение значения напряжения источника питания;
- выбор положения рабочей точки на статических ВАХ транзистора;
- расчет малосигнальных параметров транзистора в выбранной рабочей точке;
- определение сопротивлений резисторов схемы;
- расчет термостабилизации;
- расчет коэффициентов усиления, входного и выходного сопротивлений усилителя на средних частотах;
- расчет емкостей конденсаторов.

Емкость нагрузки для всех вариантов равна 0,1 нФ. Температурный диапазон: -40...+60 С°.

Таблица 3

№ вар.	Схема	U _н , В	R _н , кОм	R _г , кОм	K, не менее	f _н , Гц	f _в , кГц
1	ОЭ	1	1,0	0,3	5,0	200	10
2	ОК	1	0,5	1,0	0,8	100	10

3	ОИ	1	2,0	1,0	2,0	100	10
4	ОС	1	0,5	10,0	0,5	50	10
5	ОЭ	1,5	1,5	0,2	7,0	300	20
6	ОК	1,5	0,6	0,7	0,8	200	20
7	ОИ	1,5	3,0	5,0	3,0	200	20
8	ОС	1,5	0,7	5,0	0,6	100	20
9	ОЭ	2	2,0	0,1	10,0	400	20
10	ОК	2	0,7	0,5	0,9	300	20

Примечания: ОЭ – общий эмиттер, ОК – общий коллектор, ОИ – общий исток, ОС – общий сток, U_n – напряжение в нагрузке, R_r – сопротивление источника сигнала, R_n – сопротивление нагрузки, K – коэффициент передачи, f_n – нижняя граничная частота, f_b – верхняя граничная частота.

5.5. Задание 4. Расчет мультивибратора на ОУ

Рассчитать элементы схемы мультивибратора на ОУ, удовлетворяющего указанным в таблице 4 техническим требованиям. Объяснить принцип работы схемы.

Таблица 4

№ вар.	Тип запуска	Импульс запуска			Выходной сигнал	
		Полярность	U, В	t_3 , мкс	t_c , мкс	T, мкс
1	Самовозб.				150	340
2	Самовозб.				450	740
3	Самовозб.				840	2600
4	Самовозб.				50	140
5	Самовозб.				70	270
6	Стробир.	-	9	> 100	90	
7	Стробир.	-	5	> 50	40	
8	Ждущий	+	5	10	50	900
9	Ждущий	-	9	10	70	600

10	Ждущий	+	9	10	90	1100
----	--------	---	---	----	----	------

Примечания: U – амплитуда импульса запуска, t_3 – длительность импульса запуска, t_c – длительность выходного импульса, T – период выходного импульса.

5.6. Задание 5. Расчет одновибратора на ОУ

Рассчитать элементы схемы одновибратора на ОУ, удовлетворяющего указанным в таблице 5 техническим требованиям. Объяснить принцип работы схемы.

Таблица 5

№ вар.	Импульс запуска			Выходной сигнал		
	Полярность	U_z , В	t_3 , мкс	Полярность	U_c , В	t_c , мкс
1	-	5	> 200	-	> 2	100
2	-	5	1	-	> 2,5	25
3	+	9	1	+	9	70
4	-	5	1	-	> 5	20
5	+	9	> 200	+	9	100
6	+	5	1	+	> 2,5	35
7	+	5	> 100	+	> 2,5	80
8	+	5	> 200	+	> 2	100
9	-	5	> 100	-	> 2,5	80
10	-	9	20 с	+	9	10 с

Примечания: U – амплитуда импульса запуска, t_3 – длительность импульса запуска, t_c – длительность выходного импульса, U_c – амплитуда выходного импульса.

7. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

7.1. Основная литература

26 О.В. Стукач Методические указания по электронике

1. Исследование характеристик полупроводниковых диодов. Методические указания к лабораторной работе для студентов электротехнических специальностей / С.А. Зайдман. Томск: изд-во ТПИ, 1980. – 13 с.

2. Бестрансформаторные усилители мощности. Методические указания к лабораторной работе для студентов электротехнических специальностей / В.М. Сергеев. – Томск: изд-во ТПУ, 2000. – 8 с.

3. Функциональное применение операционных усилителей. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Электронные устройства информационно-измерительной техники" для студентов электротехнических специальностей всех видов обучения / Э.И. Цимбалист. – Томск: изд-во ТПУ, 1995. – 20 с.

4. Исследование логических элементов И-НЕ. Методические указания к лабораторной работе по курсу "Электроника и микроэлектроника" для студентов электротехнических специальностей всех видов обучения / В.Л. Ким. – Томск: изд-во ТПУ, 2000. – 12 с.

5. Сергеев В.М. и др. Электроника: учеб. пособие. ч. 1. – Томск: ТПУ, 2000.

6. Сергеев В.М. и др. Пособие для курсового проектирования (расчет основных электронных устройств). Томск: ТПУ, 1979.

7. Прянишников В.А. Электроника. Курс лекций. – СПб: Корона принт, 2000 - 416 с.

8. Электроника и радиотехника / Э.И. Цимбалист – Томск: ТПУ, 1975.

9. Электротехника / Под. ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1985.

10. Борисов Ю.М., Липатов Д.Н. Общая электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

11. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 1983.

12. Сборник задач по общей электротехнике / Под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1986.

13. Основы промышленной электроники. Учеб. пособие / Под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1986. – 335 с.
14. Бобровников Л.З. Радиотехника и электроника. – М.: Недра, 1990. – 373 с.
15. Воробьев Н.И. Проектирование электронных устройств. – М.: Высшая школа, 1989. – 335 с.
16. Глазенко Т.А., Прянишников В.А. Электротехника и основы электроники. Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1996. – 207 с.
17. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 320 с.
18. Жеребцов И.П. Основы электроники. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
19. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. – М.: Высшая школа, 1991.

7.2. Дополнительная литература

20. Джонс М.Х. Электроника: практический курс. – М.: Постмаркет, 1999.
21. Электротехника. Программированное учебное пособие / Под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1983.
22. Хорвиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. – М.: Мир, 2001.
23. Общая электротехника / Под ред. А.Т. Блажнина. – Л.: Энергия, 1979.
24. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. – М.: Энергия, 1973.
25. Фролкин В.Т., Попов Л.Н. Импульсные и цифровые устройства. – М.: Радио и связь, 1992.
26. Иванов А.А. Справочник по электротехнике. – Киев: Вища школа, 1984.