

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«МАРКСОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ОП.05 ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА**

специальность: 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и
ремонт электронных приборов и устройств

г. Маркс, 2024 год



УТВЕРЖДАЮ

Директор ГАПОУ СО «МПК»

Е.В. Гребнева

2024г.

КОС для общепрофессиональной дисциплины ОП.05 Электронная техника разработан в соответствии с требованиями ФГОС СПО по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств, утвержденного приказом Минпросвещения России от 04.10.2021г. №691.

РАССМОТРЕНО на заседании цикловой методической комиссии технического профиля

Протокол № 9, дата « 15/ » мая 2024 г.

Председатель Гриднев В.И. /В. И. Гриднев/

СОГЛАСОВАНО с Методическим советом ГАПОУ СО «Марковский политехнический колледж»

Протокол № 10 от « 17 » мая 2024 г.

Председатель Гостева И.Ю. /Гостева И.Ю./

Составитель: Хлебникова Г.Н., преподаватель высшей квалификационной категории ГАПОУ СО «Марковский политехнический колледж»

Рецензенты:

Внутренний: Гриднев В. И., преподаватель высшей квалификационной категории ГАПОУ СО «Марковский политехнический колледж»

Внешний: Коваль Людмила Валентиновна, преподаватель Марковского сельскохозяйственного техникума.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	4
2.	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ	8
3.	КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ	15
4.	КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	56

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1. Назначение, цель и задачи фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (далее - ФОС) по учебной дисциплине это комплект методических и контрольных измерительных материалов, оценочных средств, предназначенных для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям программы подготовки специалистов среднего звена по специальности (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация).

Фонд оценочных средств по дисциплине ОП.05 Электронная техника разработан на основе потребностей рынка труда и запросов работодателей и является неотъемлемой частью реализации программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

Целью фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС СПО по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

Задачи ФОС:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, практического опыта и освоения компетенций, определенных ФГОС СПО;

- контроль и управление достижением целей программы, определенных как набор общих и профессиональных компетенций;

- оценка достижений обучающихся в процессе обучения с выделением положительных / отрицательных результатов и планирование предупреждающих / корректирующих мероприятий;

- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения;

- достижение такого уровня контроля и управления качеством образования, который обеспечил бы признание квалификаций выпускников работодателями отрасли.

Фонд оценочных средств включает в себя контрольно-оценочные средства (задания и критерии их оценки, а также описания форм и процедур) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (определения качества освоения обучающимися результатов освоения учебной дисциплины (умений, знаний, практического опыта, ПК и ОК).

ФОС обеспечивает поэтапную (текущий контроль) и интегральную (промежуточная аттестация) оценку умений и знаний обучающихся, приобретаемых при обучении по учебной дисциплине, направленных на формирование компетенций.

1.1.1. Перечень общих компетенций

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

1.1.2. Перечень профессиональных компетенций

ПК 1.1. Осуществлять сборку, монтаж и демонтаж электронных приборов и устройств в соответствии с требованиями технической документации

ПК 1.2. Осуществлять сборку, монтаж и демонтаж электронных приборов и устройств и их настройку и регулировку в соответствии с требованиями технической документации и с учетом требований технических условий.

ПК 2.1. Производить диагностику работоспособности электронных приборов и устройств средней сложности

ПК 2.2. Осуществлять диагностику аналоговых, импульсных, цифровых и со встроенными микропроцессорными системами устройств средней сложности для выявления и устранения неисправностей и дефектов

ПК 3.1. Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств.

ПК 3.2. Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности.

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине является **экзамен**.

1.2. Результаты освоения дисциплины ОП.05 Электронная техника, подлежащие проверке

В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка предусмотренных ФГОС СПО по специальности и рабочей программой следующих умений и знаний, практического опыта, а также динамика формирования компетенций:

Коды и наименования результатов обучения (умения и знания)	Показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Уметь:		
У1- определять и анализировать основные параметры электронных схем;	- Определение и анализ основных параметров электронных схем согласно техническим условиям;	выполнение и защита лабораторных работ, наблюдение за ходом работы, экзамен
ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 7, ОК 9, ПК 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2		
У2- определять работоспособность устройств электронной техники; ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 7, ОК 9, ПК 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2	- Определение работоспособности в соответствии с назначением электронных схем и ТУ	выполнение и защита лабораторных работ, наблюдение за ходом работы, экзамен
У3- производить подбор элементов электронной аппаратуры по заданным параметрам. ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 7, ОК 9, ПК 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2	- Расчет и измерение параметров типовых электронных устройств согласно ТЗ и ТУ - определение и выбор элементов электронной аппаратуры в соответствии с ТУ, справочниками и ГОСТ	выполнение и защита лабораторных работ, наблюдение за ходом работы, экзамен
З1- сущность физических процессов, протекающих в электронных приборах и устройствах: электронно-дырочный	- обоснование применения выбранной элементной базы, используемой в радиоэлектронике в соответствии со справочниками и условиями эксплуатации;	выполнение и защита лабораторных работ, наблюдение за ходом работы, компьютерный тестовый опрос,

<p>p-n переход, контакт металл-полупроводник, эффект Ганна; ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 7, ОК 9, ПК 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Определение способов включения элементной базы в соответствии с УГО и назначением устройства; - определение элементной базы радиоэлектронной техники по справочной и технической литературе 	<p>письменный и устный опросы, экзамен</p>
<p>32- устройства, основные параметры, схемы включения электронных приборов и принципы построения электронных схем; ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 7, ОК 9, ПК 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Классификация схем усилителей; - исследование и анализ схем усилителей в соответствии с назначением устройства и ТУ 	<p>выполнение и защита лабораторных работ, наблюдение за ходом работы, экзамен</p>
<p>33- типовые узлы и устройства электронной техники. ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 7, ОК 9, ПК 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Определение маркировки и УГО аналоговых ИМС, особенностей применения ОУ в электронных устройствах; - классификация и анализ схем включения ОУ, параметров и характеристик схем - обоснование основ построения принципиальных схем усилителей в соответствии с назначением устройства 	<p>выполнение и защита лабораторных работ, наблюдение за ходом работы, экзамен</p>
Практический опыт		
<p>-Настраивать и регулировать параметры электронных устройств Анализировать электрические схемы радиоэлектронных изделий ПК 1.1, 1.2, ПК 2.2, ПК 3.1</p>	<p>- Настройка и регулировка электронных схем по параметрам в соответствии с техническими условиями</p>	<p>выполнение и защита лабораторных работ, наблюдение за ходом работы</p>

2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины ОП.05 Электронная техника осуществляется преподавателем в процессе:

- проведения устного или письменного опроса по теме, разделу; выполнения обучающимися контрольной работы по теме, разделу;
- выполнения и защиты лабораторных и практических работ;
- оценки качества выполнения самостоятельной работы студентов (доклад, сообщение, реферат, конспект, решение задач и др.);
- тестирования по отдельным темам и разделам;

Устный или письменный опрос позволяет выяснить объем знаний студента по определенной теме, разделу, проблеме.

Типовое задание - стандартные задания, позволяющие проверить умение решать как учебные, так и профессиональные задачи. Содержание заданий должно максимально соответствовать видам профессиональной деятельности.

Различают разноуровневые задачи и задания:

а) ознакомительного, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

б) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;

в) продуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения, выполнять проблемные задания.

Доклад, сообщение является продуктом самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Продуктом самостоятельной работы студента, является и реферат, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Тестирование представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося, направлено на проверку владения терминологическим аппаратом и конкретными знаниями по дисциплине. Тестирование по теме, разделу занимает часть учебного занятия (10-30

минут), правильность решения разбирается на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем.

Тестирование по темам, разделам проводится в письменном виде или в компьютерном с помощью тестовой оболочки.

Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рабочая тетрадь- это дидактический комплекс, предназначенный для самостоятельной работы обучающегося и позволяющий оценивать уровень усвоения им учебного материала.

Практические занятия проводятся в часы, выделенные учебным планом для отработки практических навыков освоения компетенциями, и предполагают аттестацию всех обучающихся за каждое занятие.

В ходе практического занятия обучающиеся приобретают умения, предусмотренные рабочей программой дисциплины, учатся использовать формулы, и применять различные методики расчета, анализировать полученные результаты и делать выводы, опираясь на теоретические знания.

В ходе лабораторной работы обучающиеся приобретают умения, предусмотренные рабочей программой дисциплины, учатся самостоятельно работать с оборудованием лаборатории, проводить эксперименты, анализировать полученные результаты и делать выводы, подтверждать теоретические положения лабораторным экспериментом.

Содержание, этапы проведения конкретного практического занятия или лабораторной работы, критерии оценки представлены в методических указаниях по выполнению лабораторных, практических работ.

Отчет по практической и лабораторной работе представляется в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической, лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме ответов обучающегося на вопросы преподавателя по выполненной работе.

В случае невыполнения практических заданий в процессе обучения, их необходимо «отработать» до экзамена. Вид заданий, которые необходимо выполнить для ликвидации задолженности определяется в индивидуальном порядке.

Форма проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбирается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

2.1. Критерии оценивания теоретических знаний

Требования к устным ответам

Результатом проверки уровня усвоения учебного материала является отметка. При оценке знаний обучающихся предполагается обращать внимание на правильность, осознанность, логичность и доказательность в изложении материала, точность использования терминологии, самостоятельность ответа. Оценка знаний предполагает учёт индивидуальных особенностей обучающихся, дифференцированный подход к организации работы.

Критерии оценки устного ответа:

Оценка	Условия, при которых выставляется оценка
Оценка 5 («отлично»)	полно раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой и учебником; изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя математическую терминологию и символику; правильно выполнил рисунки, чертежи, графики, сопутствующие ответу; показал умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации при выполнении практического задания; продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость использованных при ответе умений и навыков; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.
Оценка 4 («хорошо»)	В изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие математического содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя. Допущены ошибки или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.
Оценка 3 («удовлетворительно»)	Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий и использовании терминологии, чертежах, выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя. Обучающийся не справился с применением теории в новой ситуации при выполнении практического задания, но выполнил задания обязательного уровня сложности по данной теме.

	При проверке теоретического материала выявлена недостаточная сформированность умений и навыков.
Оценка 2 («неудовлетворительно»)	Не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание учеником большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании математической терминологии, в рисунках, чертежах или графиках, в выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя. Обучающийся обнаружил полное незнание и непонимание изучаемого материала или не смог ответить ни на один из поставленных вопросов по изучаемому материалу.

Требования к оформлению доклада

Доклад предоставляется в распечатанном виде, объемом 3-5 страниц. Текст доклада должен быть представлен в текстовом редакторе Word, шрифт – Times New Roman 14, межстрочный интервал – 1.5 (полуторный). Поля: верхнее - 2, нижнее - 2, левое- 3, правое - 1,5.

Доклад должен включать в себя: введение, основную часть, заключение, список литературы (не менее 5 источников).

Критерии оценки доклада:

Оценка	Условия, при которых выставляется оценка
Оценка 5 («отлично»)	материал изложен в определенной логической последовательности. Тема доклада раскрыта полностью.
Оценка 4 («хорошо»)	тема раскрыта, но при этом допущены не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
Оценка 3 («удовлетворительно»)	тема раскрыта не полностью, допущена существенная ошибка.
Оценка 2 («неудовлетворительно»)	содержанию доклада не раскрывает рассматриваемую тему, обнаружено не понимание основного содержания учебного материала

Доклад может быть представлен как доклад-презентация. Необходимо представить 5-7 слайдов. Время доклада -5 минут. Критерии оценки доклада такие же. Дополнительно оценивается презентация.

Оформление слайдов	Параметры
Стиль	Соблюдать единого стиля оформления.
Фон	Фон не должен быть слишком темным или ярким, чтобы не отвлекать внимания от содержания слайдов.
Использование цвета	Слайд не должен содержать более трех цветов. Фон и текст должны быть оформлены контрастными цветами.

Анимационные эффекты	При оформлении слайда использовать возможности анимации. Анимационные эффекты не должны отвлекать внимание от содержания слайдов.
Представление информации	Параметры
Содержание информации	Слайд должен содержать минимум информации. Информация должна быть изложена доступным языком. Содержание текста должно точно отражать этапы выполненной работы. Текст должен быть расположен на слайде так, чтобы его удобно было читать. В содержании текста должны быть ответы на проблемные вопросы. Текст должен соответствовать теме презентации.
Расположение информации на странице	Предпочтительно горизонтальное расположение информации. Наиболее важная информация должна располагаться в центре. Надпись должна располагаться под картинкой.
Размер шрифта	Для заголовка – не менее 24. Для информации не менее – 18. Лучше использовать один тип шрифта. Важную информацию лучше выделять жирным шрифтом, курсивом, подчеркиванием На слайде не должно быть много текста, оформленного прописными буквами.
Выделения информации	На слайде не должно быть много выделенного текста (заголовки, важная информация).
Объем информации	Слайд не должен содержать большого количества информации. Лучше ключевые пункты располагать по одному на слайде.
Виды слайдов	Для обеспечения разнообразия следует использовать разные виды слайдов: <ul style="list-style-type: none"> – с таблицами – с текстом – с диаграммами

Критерии оценивания презентаций:

Оценка	Условия, при которых выставляется оценка
Оценка 5 («отлично»)	выполненная презентация отвечает всем требованиям критериев
Оценка 4 («хорошо»)	в презентации имеются незначительные нарушения или отсутствуют какие-либо параметры
Оценка 3 («удовлетворительно»)	при оценивании половина критериев отсутствует

Требования к оформлению реферата

Реферат предоставляется в распечатанном виде, объемом 10-15 страниц. Текст реферата должен быть представлен в текстовом редакторе Word, шрифт - TimesNewRoman 14, межстрочный интервал – 1.5 (полуторный), в таблицах возможен межстрочный интервал – 1 (одинарный), поля: верхнее - 2, нижнее - 2, левое - 3, правое - 1,5.

Реферат должен включать в себя: содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы (не менее 5 источников).

Время на защиту реферата: 5 минут.

Критерии оценивания реферата:

Оценка	Условия, при которых выставляется оценка
Оценка 5 («отлично»)	материал изложен в определенной логической последовательности. Тема реферата раскрыта полностью.
Оценка 4 («хорошо»)	тема реферата раскрыта, при этом допущены не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
Оценка 3 («удовлетворительно»)	тема раскрыта не полностью, допущена существенная ошибка
Оценка 2 («неудовлетворительно»)	при защите реферата обнаружено не понимание основного содержания учебного материала

Выполнение тестирования

Критерии оценивания:

Оценка	Условия, при которых выставляется оценка
Оценка 5 («отлично»)	если студент при тестировании дал 85-100% правильных ответов
Оценка 4 («хорошо»)	если студент при тестировании дал 69-84% правильных ответов
Оценка 3 («удовлетворительно»)	если студент при тестировании дал 51-68% правильных ответов
Оценка 2 («неудовлетворительно»)	если студент при тестировании дал менее 50% правильных ответов

2.2. Критерии оценивания практических знаний

Оценка	Критерии оценивания
Оценка 5 («отлично»)	<ul style="list-style-type: none">- практическая работа выполнена в установленные сроки (при отсутствии уважительных причин для несвоевременного выполнения работы);- все расчеты выполнены в соответствии с методикой и в полном объеме, обозначены единицы измерения всех рассчитываемых показателей;- сделан развернутый вывод по итогам выполненных расчетов;- работа оформлена аккуратно.

Оценка 4 («хорошо»)	<ul style="list-style-type: none"> - практическая работа выполнена в установленные сроки (при отсутствии уважительных причин для несвоевременного выполнения работы); - расчеты выполнены в полном объеме, но были допущены одна - две негрубые ошибки при выполнении математических действий или не обозначены единицы измерения рассчитываемых показателей; - сделан развернутый вывод по итогам выполненных расчетов, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; - работа оформлена аккуратно
Оценка 3 («удовлетворительно»)	<ul style="list-style-type: none"> - практическая работа выполнена в неустановленные сроки (при отсутствии уважительных причин для несвоевременного выполнения работы); - расчеты выполнены в полном объеме, но при этом были допущены одна – две грубые или три – четыре негрубые ошибки при выполнении математических действий, не обозначены единицы измерения рассчитываемых показателей или работа оформлена неаккуратно, с большим количеством исправлений; - не сделан развернутый вывод по итогам выполненных расчетов. - работа оформлена неаккуратно.
Оценка 2 («неудовлетворительно»)	<ul style="list-style-type: none"> - работа не выполнена; - при выполнении расчетов обучающийся допускает более двух грубых ошибок или более четырех негрубых, не обозначены единицы измерения рассчитываемых показателей или обозначены неправильно; - не сделан вывод по итогам выполненных расчетов. <p>В случае получения оценки «неудовлетворительно» студент обязан выполнить работу заново.</p>

3. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Раздел 1. Физические основы полупроводниковых приборов

Тема 1.1. Электрофизические свойства полупроводника.

Устный опрос

1. Зонная теория твердого тела.
2. Зонные диаграммы диэлектрика, полупроводника, проводника.
3. Энергетические диаграммы состояния электрона в твердом теле.
4. Понятие функции распределения Ферми и уровня Ферми.
5. Электрофизические свойства полупроводников.
6. Внутренняя структура полупроводника.
7. Понятие ковалентной связи и ее особенность

Тема 1.2. Контактные и поверхностные явления в полупроводниках

Устный опрос

Основные группы электрических контактов и требования к ним.

1. Электронно - дырочный (р-п) переход и его свойства.
2. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) р-п перехода. Понятие пробоя р-п перехода.
3. Барьерная и диффузионная емкость р-п перехода, их влияние на частотные свойства р-п перехода.
4. Гетеропереходы. Контакт металл-полупроводник переход Шоттки. Свойства. Применение. Поверхностные явления в полупроводниках.

Лабораторная работа №1. Исследование ВАХ р-п перехода

Цель лабораторной работы— изучить физические процессы в этом переходе.

Задание:

1. Экспериментально снять прямую и обратную ветви ВАХ исследуемых диодов и стабилитрона.
2. Используя экспериментальные данные, рассчитать и построить график зависимости дифференциального сопротивления р-п-перехода от приложенного напряжения, определить ток насыщения и контактную разность потенциалов исследованных диодов.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать лабораторный стенд.
2. Установить на источнике питания регулятор выходного тока (Точно) в среднее положение, а остальные — в минимальное (крайнее положение, вращая их против часовой стрелки).
3. Получить данные для построения прямой ветви ВАХ, задаваясь разными значениями прямого тока и измеряя соответствующие значения прямого напряжения на диоде.

4. Исследовать при заданном значении прямого тока зависимость прямого напряжения на диоде от температуры.
5. Получить данные для построения обратной ветви ВАХ, задаваясь разными значениями обратного напряжения на генераторе напряжений и измеряя соответствующие значения обратного тока диода.
6. Исследовать при заданном значении обратного напряжения зависимость обратного тока диода от температуры.
7. Построить на графике, выбирая соответствующие масштабы тока и напряжения на осях координат, ВАХ для прямой и обратной ветвей.

Требуемое оборудование: блок амперметра-вольтметра, блок генератора напряжений, стенд с объектами исследования, соединительные провода с наконечниками.

Раздел 2. Полупроводниковые приборы

Тема 2.1. Полупроводниковые диоды

Устный опрос

1. Общие сведения. Основные типы. Классификация, маркировка основных типов
2. полупроводниковых диодов.
3. Характеристики и параметры выпрямительных диодов, стабилитронов, варикапов. Диоды Шоттки. Области применения.
4. Характеристики и параметры импульсивных, высокочастотных (ВЧ) и
5. сверхвысокочастотных (СВЧ) диодов, туннельных диоды.
6. Диоды Ганна. Области применения.

Лабораторная работа №2. Исследование выпрямительных диодов

Цель лабораторной работы — изучить конструкцию и принцип действия полупроводниковых диодов, снять вольт-амперные характеристики выпрямительных диодов и экспериментально определить их параметры.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему для исследования выпрямительного диода на постоянном токе. Для измерения анодного тока включить миллиамперметр постоянного тока с пределом 100 мА, для измерения анодного напряжения использовать мультиметр. Последовательно с диодом включить токоограничивающий резистор $R = 150 \text{ Ом}$.
2. Снять вольтамперную характеристику выпрямительного диода на постоянном токе для прямой ветви. Для снятия характеристик регулировать напряжение на выходе потенциометра. Результаты измерений занести в таблицу, по которой построить прямую ветвь ВАХ.
3. Собрать схему для снятия обратной ветви ВАХ диода. Снять обратную ветвь ВАХ диода.
4. Определить параметры диода: максимальное напряжение между анодом и катодом в открытом состоянии U_{am} при максимальном анодном токе $I_a \text{ max}$, пороговое напряжение U_0 и дифференциальное сопротивление r_d .

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

- принципиальные схемы исследования характеристик приборов, выполненные по ГОСТу;
- таблицы экспериментальных данных и результаты расчёта;
- осциллограммы и графики токов и напряжений;
- выводы.

Лабораторная работа №3. Исследование стабилизатора

Цель лабораторной работы — изучить конструкцию и принцип действия стабилизатора, снять вольтамперные характеристики и экспериментально определить его параметры.

Задание:

1. Снять с помощью осциллографа вольтамперную характеристику и определить напряжение стабилизации стабилизатора.
2. Исследовать зависимость выходного напряжения и тока стабилизатора от входного напряжения в цепи параметрического стабилизатора напряжения.

Порядок выполнения эксперимента:

1. Собрать цепь согласно принципиальной или монтажной схеме. Подать на вход синусоидальное напряжение от генератора напряжения специальной формы частотой 0,5–1 кГц максимальной амплитуды.
2. Включить и настроить осциллограф в режиме X-Y, включить инвертирование вертикального входа.
3. Перенести изображение с экрана осциллографа на график.
4. Определить по осциллограмме напряжение стабилизации, напряжение на стабилизаторе при прямом токе, дифференциальное сопротивление в середине диапазона стабилизации.
5. Увеличить частоту в 10 раз и посмотреть, как изменится вольтамперная характеристика. Объяснить почему.
6. Собрать цепь параметрического стабилизатора согласно принципиальной схеме, сначала не включая в неё сопротивление нагрузки.

Содержание отчёта по лабораторной работе должно включать схему эксперимента, данные эксперимента, построенную вольтамперную характеристику стабилизатора, определённые по данным эксперимента параметры стабилизатора, а также выводы.

Тема 2.2. Биполярные транзисторы

Вопросы для устного опроса по теме

1. Дайте определение транзистора и назовите его применение
2. Что представляет собой биполярный транзистор? Нарисуйте n-p-n и p-n-p структуры этого транзистора
3. Нарисуйте условное графическое обозначение (УГО) биполярного транзистора разных структур
4. Дайте название p-n переходов в структуре транзистора
5. Перечислите основные режимы работы биполярного транзистора
6. Объясните физическую сущность процессов инжекции и экстракции неосновных носителей в биполярном транзисторе

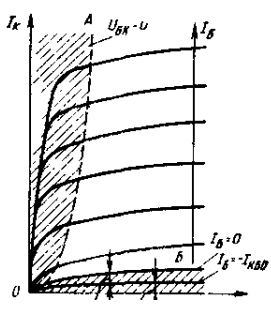
7. Как оценивается эффективность эмиттера?
8. Что понимают под коэффициентом переноса носителей заряда через базу и коэффициентом передачи по току
9. Какая связь существует между коэффициентами: эффективностью эмиттера, коэффициентом переноса носителей заряда через базу и коэффициентом передачи по току?
10. Какое существует соотношение между токами эмиттера, коллектора и базы?
11. Назовите и нарисуйте основные схемы включения транзистора и дайте им характеристику
12. Что понимают под статическими характеристиками биполярного транзистора? Какие характеристики называются входными, а какие выходными характеристиками.
13. Нарисуйте входные и выходные характеристики для схемы включения биполярного транзистора с ОЭ
14. Какое существует соотношение между токами эмиттера, коллектора и базы?
15. Перечислите h -параметры транзистора и назовите их физический смысл. Какие h -параметры называются входными, а какие выходными параметрами?
16. Объясните, как определяется коэффициент усиления по току $h_{21э}$ по выходной характеристике транзистора в схеме с ОЭ
17. Что оказывает влияние на частотные свойства биполярного транзистора в схеме с ОЭ?
18. Какая из схем включения биполярного транзистора с ОБ или с ОЭ обладает лучшими частотными свойствами?
19. Что понимают под граничной и предельной частотой усиления?
20. Что принимают для улучшения частотных свойств биполярного транзистора?
21. Как влияет изменение температуры окружающей среды на характеристики транзистора?
22. Перечислите основные электрические параметры биполярного транзистора, приводимые в справочнике
23. Как классифицируются биполярные транзисторы по мощности рассеяния на коллекторе и предельной частоте усиления?

Тестовые задания

БЛАНК ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

№ п/п задания	Содержание тестового задания	Варианты ответов
1	Режим работы транзистора является активным (усилительным), если	1. Коллекторный переход открыт, а эмиттерный – закрыт 2. Эмиттерный переход открыт, а коллекторный закрыт

		3. Оба перехода открыты 4. Оба перехода закрыты
2	Укажите схему включения биполярного транзистора, дающую усиление по току, напряжению и мощности	1. С общим коллектором (ОК) 2. С общим эмиттером (ОЭ) 3. С общей базой (ОБ)
3	Порядок коэффициента усиления по напряжению в схеме с ОК составляет	1. Больше единицы 2. Меньше единицы 3. Много больше единицы
4	Поясните смысл коэффициента β	1. Коэффициент передачи по току в схеме с ОЭ 2. Коэффициент передачи по току в схеме с ОБ 3. Коэффициент передачи по току в схеме с ОК
5	Поясните смысл коэффициента α	1. Коэффициент передачи по току в схеме с ОЭ 2. Коэффициент передачи по току в схеме с ОБ 3. Коэффициент передачи по току в схеме с ОК
6	Выберете УГО биполярного транзистора <i>p-n-p</i> -типа	а б в г
7	Схема включения биполярного транзистора с ОБ дана на рис.	
8	На рис. дана выходная характеристика каскада усиления на биполярном транзисторе, включенном по схеме 	1. с ОЭ 2. с ОБ 3. с ОК
9	Выберете выражение входной характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с ОЭ	а) $I_K = f(U_{кэ})$ б) $I_B = f(U_{бэ})$ в) $U_{кэ} = f(U_{бэ})$ г) $I_K = f(U_{бэ})$

10	<p>Укажите область (см. рис.), соответствующая режиму насыщения транзистора</p> 	<p>1. Область между кривой OA и осью I_K 2. Область между кривой OB и осью $U_{КЭ}$ 3. Область между кривыми OA и OB</p>
----	---	--

КЛЮЧ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ ответа	2	2	2	1	2	6	6	1	6	1

Технический диктант теме: «Биполярный транзистор»

Инструкция: впишите недостающие слова

1. Транзистор – это полупроводниковый прибор, имеющий __ (2) __ перехода и __ (3) __ вывода
2. В зависимости от структуры биполярные транзисторы бывают.... (p-n-p и n-p-n).....
3. На условном графическом изображении (УГО) транзистора – стрелка эмиттера указывает (направление тока).....
4. Транзистор – это активный элемент электронных цепей, предназначенный для (усиления мощности сигнала).....
5. Выводы (электроды) биполярного транзистора называются..... (эмиттер, база и коллектор).....
6. В соответствии с рекомендуемой терминологией, эмиттером называют область, предназначенную для ... (инжекции основных носителей из эмиттера в базу).....
7. Коллектором называют область, предназначенную для ... (экстракции неосновных носителей из базы в коллектор).....
8. Существуют режима работы транзистора: ... (активный, насыщения, отсечки и инверсный).....
9. Режим работы транзистора при $U_{пр.}$ на ЭП и $U_{обр.}$ на КП называют.... (активный).....
10. Режим работы транзистора при прямом смещении на обоих переходах называют ... (насыщения)...
11. При прямом смещении на p-n переходе величина потенциального барьера .. (уменьшается).....
12. Существуют 3 основные схемы включения биполярного транзистора ... (с ОБ, ОЭ и ОК).....

13. Схема включения с ... (*с ОК*)..... не дает усиления по напряжению.
14. Схема включения с ... (*сОЭ*)..... дает усиления по I, U, P.
15. Коэффициент передачи по току в схеме с ОБ обозначают буквой ... (*α*) ...и он всегда) по значению..... (*меньше единицы*).....
16. Существует два режима работы транзистора в электронных схемах ... (*статический и динамический*)...
17. Статические характеристика транзистора бывают двух видов...(входные и выходные).....
18. В транзисторных структурах n-p-n через ЭП инжектируются ... (*электроны*).....
19. С увеличением $U_{обр.}$ на КП толщина базы ... (*уменьшается*).....
20. Для нормальной работы его база должна быть (размеры)..... (*узкой*)....
23. Для нормальной работы транзистора площадь сечения эмиттера должна быть.... (*меньше*)... площади сечения коллектора
24. По частотным свойствам биполярные транзисторы структуры n-p-n (хуже или лучше)... (*лучше*)... биполярных транзисторов структуры p-n-p

Лабораторная работа № 4. Исследование биполярного транзистора, включенного по схеме с ОЭ (ОБ)

Цель лабораторной работы — исследовать характеристики и параметры биполярного транзистора в схеме включения с общим эмиттером (ОЭ) и изучить влияние температуры окружающей среды на ход характеристик и изменение параметров.

Лабораторное задание:

1. Записать паспортные параметры исследуемого транзистора и зарисовать схему расположения его выводов.
2. Рассчитать и построить кривую допустимой мощности, рассеиваемой транзистором.
3. Собрать схему для исследования транзистора в схеме включения с ОЭ.
4. Снять семейство входных характеристик $I_b = f(U_{бэ})$ $U_{кэ} = \text{const}$ при комнатной температуре для двух значений напряжения на коллекторе: $U_{кэ} = 0, -5$ В. При снятии входных характеристик задаваться током базы от 0 до 100 мкА и при этом отмечать значения напряжения на базе. При отрицательных значениях напряжений на коллекторе найти напряжение на базе, при котором ток станет равным нулю.
5. Снять семейство выходных характеристик $I_k = f(U_{бэ})$ $I_{кэ} = \text{const}$ для четырёх значений тока базы: $I_b = 0, 30, 60, 90$ мкА при комнатной температуре. При снятии выходных характеристик задаваться напряжением на коллекторе и не превышать максимальных значений тока и напряжений, а также мощности, рассеиваемой на коллекторе транзистора.
6. Снять проходную характеристику транзистора $I_k = f(U_{бэ})$ $I_{кэ} = \text{const}$.

В отчёте нужно указать формулировку цели исследования, схему для исследования транзистора, таблицы результатов измерений, графики

семейства входных и выходных характеристик, таблицу со справочными и расчётными параметрами, анализ полученных результатов.

Критерии оценки выполнения отчета и защиты лабораторной работы:

- оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы на все вопросы в пособии по лабораторной работе, правильно оформлен отчет, все расчеты выполнены без ошибок, сделаны правильные выводы в конце отчета;
- оценка «хорошо», если даны правильные ответы не на все вопросы в пособии по лабораторной работе, правильно оформлен отчет, расчеты выполнены с незначительными математическими ошибками, выводы в отчете сделаны не по всем предложенным вопросам;
- оценка «удовлетворительно», если даны правильные ответы не на все вопросы в пособии по лабораторной работе, отчет оформлен правильно, расчеты сделаны с грубыми ошибками, выводы в конце отчета неполные.
- оценка «неудовлетворительно», если не даны правильные ответы на вопросы в пособии по лабораторной работе, отчет оформлен с ошибками, расчеты не сделаны, выводы в конце отчета не сделаны.
- оценка «неудовлетворительно», если не даны правильные ответы на вопросы в пособии по лабораторной работе, отчет оформлен с ошибками, расчеты не сделаны, выводы в конце отчета не сделаны.

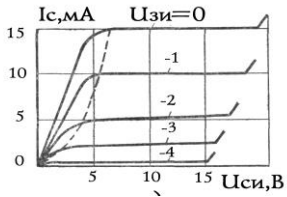
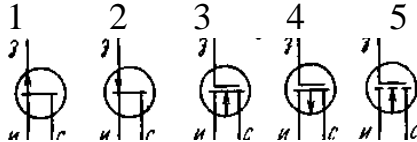
Тема 2.3. Полевые транзисторы

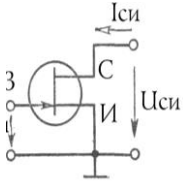
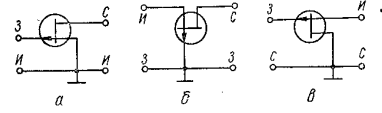
Устный фронтальный опрос

1. Дайте определение полевого транзистора. Почему этот тип транзисторов называют еще униполярными или канальными?
2. Назовите основные типы полевых транзисторов и нарисуйте их УГО. В чем состоит их различие по физической структуре и способу управления?
3. Что понимают под истоком, стоком и затвором полевого транзистора?
4. Почему большое входное сопротивление является достоинством полевого транзистора?
5. Перечислите основные параметры полевого транзистора с управляющим р-п переходом.
6. Нарисуйте схемы включения полевого транзистора с управляющим р-п переходом и дайте им краткую характеристику.
7. Постройте сток-затворную характеристику полевого транзистора с управляющим р-п переходом по схеме с ОИ и укажите на ней рабочую область и напряжение насыщения транзистора.
8. При каком напряжении на затворе (прямом или обратном для р-п перехода) работают полевые транзисторы с управляющим р-п переходом?
9. Объясните, почему полевые транзисторы МДП-структуры с индуцированным каналом не могут работать в режиме обеднения?
10. Почему полевые транзисторы с каналом n – типа при прочих равных условиях имеют лучшие частотные свойства?
11. Почему у полевых транзисторов с изолированным затвором существует

опасность пробоя слоя диэлектрика пол затвором? Какие меры принимают для предупреждения пробоя?

**Тестовые задания по теме
БЛАНК ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ**

№ п/п задания	Содержание тестового задания	Варианты ответов
1	<p>На рис. показана ВАХ полевого транзистора....</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Стоко-затворная характеристика 2. Передаточная характеристика 3. Стоковая характеристика
2	<p>Выберете правильный ответ. Основное преимущество полевых транзисторов перед биполярными транзисторами</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокое входное сопротивление 2. Меньше стоимость 3. Проще конструктивное оформление. 4. Меньше уровень шума
3	<p>Полевой транзистор МДП типа с индуцированным каналом n – типа работает при напряжениях на затворе</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отрицательном 2. Положительном 3. При обоих знаках напряжения
4	<p>Полевой транзистор МДП типа со встроенным каналом n – типа работает при напряжениях на затворе</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Положительном 2. Отрицательном 3. При обоих знаках напряжения
5	<p>На каком из рисунков дано УГО полевого транзисторов МДП с индуцированным каналом n – типа</p>	

6	<p>На рис. показана схема включения полевого транзистора</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. с ОИ 2. с ОС 3. с ОЗ
7	<p>Основной параметр полевых транзисторов, определяемый по формуле $S = dI_c / dU_{зи}$ при $U_{си} = \text{const}$, - это.....</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дифференциальное сопротивление 2. Коэффициент передачи по току 3. Крутизна
8	<p>На каком из рисунков показана схема включения полевого транзистора с общим затвором?</p>	
9	<p>Полевые транзисторы по сравнению с биполярными транзисторами имеют более высокое быстродействие из-за.....</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствия явления накопления носителей заряда 2. Отсутствия явления рассасывания носителей заряда 3. Из-за того и другого явления
10	<p>Дополните предложение. Движение носителей в полевом транзисторе осуществляется в токонесящем канале, сопротивление которого изменяется под действием.....</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поперечного электрического поля 2. Продольного электрического поля 3. Магнитного поля

КЛЮЧ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ ответа	3	1	2	3	5	1	3	б	3	1

Лабораторная работа № 5 Исследование полевого транзистора с управляющим переходом по схеме с общим затвором (ОЗ)

Цель лабораторной работы по исследованию полевого транзистора с управляющим переходом по схеме с общим затвором (ОЗ) — экспериментально снять статические характеристики транзистора и

определить параметры схемы замещения транзистора. 4

Этапы работы:

1. **Собрать схему для снятия характеристик полевого транзистора.**
2. **Снять стокзатворную характеристику $I_C = f(U_{ЗИ})$ при напряжении на стоке U_C равном 12 В и сопротивлении $R_{P3} = 0$, изменяя напряжение на затворе от нуля до максимального значения при помощи потенциометра R_{P1} .**
3. **Снять стокзатворную характеристику при наличии нагрузки R_{P3} .** Ручку потенциометра R_{P1} установить на «0». С помощью переключателя установить значение резистора $R_{P3} = 200$ Ом, а при помощи потенциометра R_{P2} задать значение 12 В. В дальнейшем ручку регулировки R_{P2} не трогать. Изменяя напряжение на затворе от нуля до максимального значения при помощи потенциометра R_{P1} , снять стокзатворную характеристику при наличии нагрузки.
4. **По построенной характеристике определить области активного усиления, отсечки и насыщения.** Определить максимальное напряжение на затворе $U_{ЗИmax}$, при котором ещё обеспечивается линейное усиление.
5. **Рассчитать крутизну стокзатворной характеристики при отсутствии нагрузки $S = \Delta I_C / \Delta U_{ЗИ}$ и при наличии нагрузки $S' = \Delta I_C / \Delta U_{ЗИ}$.** Расчёт проводить на линейном участке стокзатворной характеристики.
6. **Снять выходные статические ВАХ с помощью осциллографа.** Подключить входы осциллографа к соответствующим точкам схемы. Перевести переключатель развёртки осциллографа в положение X/Y. Установить точку на экране осциллографа в левом нижнем углу. Установить потенциометр R_{P1} в крайнее левое положение. Включить питание модуля. Изменяя напряжение на затворе от нуля до максимального значения, пронаблюдать семейство выходных характеристик транзистора. Зарисовать на одном рисунке выходные характеристики для трёх значений напряжения на затворе, заданных преподавателем. Записать масштабы по напряжению и току. Выключить питание модуля.
7. **По полученным выходным ВАХ транзистора рассчитать дифференциальное сопротивление транзистора $r_d = \Delta U_{СИ} / \Delta I_C$ при $U_{ЗИ} = \text{const}$.**

Отчёт по лабораторной работе должен содержать наименование и цель работы, принципиальные электрические схемы для выполненных экспериментов, результаты экспериментальных исследований: таблицы, экспериментально снятые и построенные характеристики, обработанные осциллограммы.

Лабораторная работа №6 Исследование полевого транзистора МДП - структуры

Лабораторная работа по исследованию полевого транзистора МДП-структуры может включать следующие этапы:

1. Измерение статических характеристик р-канального МДП-транзистора, например КП301Б, — зависимостей тока стока от напряжения на затворе и на стоке.

2. Расчёт по измеренным характеристикам порогового напряжения V_T , напряжения отсечки V_{sat} и подвижности дырок μ_p в канале.
3. Изучение влияния обратного смещения подложки V_{SS} на пороговое напряжение V_T МДП-транзистора и подвижность дырок в канале.
4. Расчёт уровня легирования полупроводниковой подложки по характеристикам МДП-транзистора.

Порядок выполнения работы также может включать следующие шаги:

1. Ознакомление с методическим описанием лабораторной работы.
2. Получение у преподавателя необходимого комплекта для проведения работы.
3. Уточнение типа исследуемых транзисторов у преподавателя.
4. Сборка схемы для исследования параметров полевого транзистора с управляющим p-n переходом.
5. Определение максимального тока стока I_{cmax} и запись полученного значения в соответствующее поле.
6. Исследование сток-затворной характеристики полевого транзистора с управляющим p-n переходом, полученные результаты записать в таблицу.
7. Исследование выходных характеристик полевого транзистора для трёх вариантов входного напряжения ($U_{зи}$), полученные результаты записать в таблицы.
8. Сборка схемы для исследования параметров полевого МДП транзистора с индуцированным каналом.
9. Определение и запись значения порогового напряжения открытия транзистора ($U_{пор}$).
10. Исследование сток-затворной характеристики полевого транзистора с индуцированным каналом, полученные результаты записать в таблицу.
11. Исследование выходных характеристик полевого транзистора для трёх вариантов входного напряжения ($U_{зи}$), полученные результаты записать в таблицы.
12. Предоставление измеренных данных на проверку преподавателю.

Для оформления отчёта нужно построить соответствующие графики по измеренным данным, рассчитать дифференциальные параметры полевых транзисторов в окрестностях рабочей точки и записать общие выводы по проделанной лабораторной работе. 2

Тема 2.4. Тиристоры

Устный фронтальный опрос

1. Общие сведения. Устройство и режим работы.
2. Основные физические процессы.
3. Принцип действия, параметры, особенности ВАХ.
4. Схемы включения различных типов тиристоров и особенности их работы. Условное графическое изображение и маркировка. Области применения.

Лабораторная работа № 7 Исследование тиристорков.

Цель работы: определить пробивное напряжение для тиристора при разных токах, подаваемых на управляющий электрод, и построить вольтамперную характеристику $I = f(U)$.

Оборудование: лабораторный стенд, тиристор, потенциометр 2,2 кОм, резисторы 120 Ом и 10 кОм, соединительные провода.

Ход работы:

1. Собрать цепь. Для измерения тока управления I_u использовать миллиамперметр на пределе 1 мА, а для измерения анодного тока I_a — миллиамперметр на пределе 100 мА. Для измерения напряжений включить мультиметры в режиме измерения постоянного напряжения.
2. С помощью потенциометра увеличивать ток управления, зафиксировать отпирающий ток управления I_{uo} и отпирающее напряжение управления U_{uo} . О включении тиристора судить по резкому уменьшению напряжения на аноде U_a и увеличению анодного тока I_a .
3. Уменьшая до 0 ток управления, исследовать возможность выключения тиристора. Выключить тиристор, разорвав цепь анода.
4. Снять входную характеристику тиристора $U_u = f(I_u)$ при разорванной анодной цепи. Результаты занести в таблицу.
5. Построить входную характеристику.
6. Сделать вывод об условиях включения и выключения тиристорков.

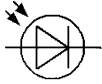
Ответы на контрольные вопросы .

Тема 2.5. Оптоэлектронные приборы

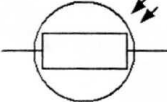
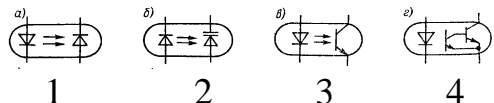
Тестовые задания по теме

БЛАНК ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

№ п/п задания	Содержание тестового задания	Варианты ответов
1	Достоинство оптронов заключается в возможности осуществлять...	<ol style="list-style-type: none">1. Гальваническую развязку электрических цепей2. Дистанционное бесконтактное управление электрическими объектами3. Двойное преобразование энергии

2	<p>На рисунке представлено УГО:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Светодиода 2. Фототранзистора 3. Фотодиода
3	<p>Фото ЭДС в фотодиоде, работающем в фотогенераторном режиме, возникает за счет тока</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Диффузионный 2. Оба тока 3. Дрейфовый
4	<p>В фотоэлементе используется явление:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внешний фотоэффект 2. Внутренний фотоэффект 3. Излучательная рекомбинация
5	<p>Оптический диапазон работы оптоэлектронных приборов включает спектры электромагнитного излучения</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение 2. Ультрафиолетовое и видимое излучение 3. Видимое и инфракрасное излучение
6	<p>Фотоэлектронный умножитель ФЭУ содержит электроды:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Анод, фотокатод 2.Анод, диноды 3. Анод, диноды. фотокатод
7	<p>Принцип действия фоторезистора основан:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.На внешнем фотоэффекте 2.На внутреннем эффекте фотопроводимости 3.На изменении концентрации примеси в объеме полупроводника при его облучении светом
8	<p>Вентильный режим работы фотодиода осуществляется:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Без источника питания 2.С источником питания и Rн 3.С источником питания и без Rн
9	<p>Найти исключение. Основными характеристиками фоторезистора являются...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.ВАХ 2. Световая 3.Спектральная 4.Выходная

10	Наибольшая инерционность у фотоэлемента:	<ol style="list-style-type: none"> 1.Вакуумного 2. Газоразрядного 3. Правильного ответа нет
11	Под процессом фотогенерации понимают:	<ol style="list-style-type: none"> 1.Процесс образования пары электрон - дырка в полупроводнике под действием света 2.Испускание электронов твёрдым телом под действием света 3. Процесс распада пары электрон – дырка под действием света
12	Фототранзистор имеет р-п переходов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Один р-п переход 2. Два р-п перехода 3. Три р-п перехода
13	Для подсчета числа деталей на движущемся конвейере можно применять разновидность оптронов	<ol style="list-style-type: none"> 1. С открытым каналом 2. С закрытым каналом 3. Оптроны, работающие на отражение
14	В фототиристоре освещается переход	1.ЭП1 2. ЭП 2 3. КП
15	Светодиоды работают на эффекте	<ol style="list-style-type: none"> 1. Излучательная рекомбинация 2. Внутренний фотоэффект 3. Внешний фотоэффект
16	В фоторезисторе под действием освещения сопротивление:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не изменяется 2. Увеличивается 3. Уменьшается
17	Тип оптрона определяется	<ol style="list-style-type: none"> 1. Типом излучателя 2. Типом фотоприемника 3. Тип излучателя и фотоприемника не имеют значения

18	На рис. представлено УГО 	1. Фотодиода 2. Фоторезистора 3. Светодиода
19	Солнечная батарея представляет собой	1. Интегральная матрица из фотодиодов 2. Интегральная матрица из фоторезисторов 3. Интегральная матрица из фототиристоров
20	Под внешним фотоэффектом понимают...	1. Фотогенерацию в полупроводнике под действием внешнего освещения 2. Процесс испускания электронов твердым телом под действием внешнего освещения 3. И то, и другое
21	Под внутренним фотоэффектом понимают...	1. Фотогенерацию в полупроводнике под действием внешнего освещения 2. Процесс испускания электронов твердым телом под действием внешнего освещения 3. Излучательную рекомбинацию
22	УГО диодной пары представлено на рисунке	

КЛЮЧ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
№ ответа	1	3	3	1	1	3	2	2	4	2	1	2	1

№ вопроса	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	126
№ ответа	3	1	3	2	2	1	2	1	1				

Целью работы является экспериментальное исследование характеристик фоточувствительных и светоизлучающих приборов.

Краткие теоретические сведения.

Оптоэлектронные полупроводниковые приборы можно разделить на две группы: излучающие и фоточувствительные (фотоприемные). К первой группе относятся светодиоды и полупроводниковые лазерные излучатели, а ко второй – фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры, фоторезисторы и ряд других.

Светодиод представляет собой прибор с p-n переходами между слоями полупроводниковых материалов, входящих в его состав. Он преобразует энергию протекающего через него тока в электромагнитное некогерентное излучение.

При прохождении через диод прямого тока в зоне p-n перехода происходит рекомбинация электронов и дырок. Этот процесс может сопровождаться электромагнитным излучением с частотой ν , определяемой соотношением:

$\nu = \Delta F / h$, где ΔF – величина, соответствующая ширине запрещенной зоны полупроводника, h – постоянная Планка. Однако, одновременно с данным (излучательным) механизмом рекомбинации действует и безызлучательный, связанный в частности с поглощением энергии кристаллической решеткой. При изготовлении светодиодов его влияние стремятся уменьшить. Эффективность преобразования электрической энергии в световую оценивается величиной η_{ϕ} , называемой внутренним квантовым выходом. Он определяется отношением числа излученных фотонов к количеству прорекомбинировавших пар носителей.

Длина волны излучения светодиода $\lambda = hc / \Delta F$ обратно пропорциональна ширине запрещенной зоны полупроводника. У диодов, из германия, кремния и арсенида галлия, максимум излучаемой энергии приходится на инфракрасную область, и, кроме того, у германиевых и кремниевых диодов велика вероятность безызлучательной рекомбинации.

Для изготовления светодиодов, излучающих в видимом диапазоне, применяются специальные полупроводниковые материалы – фосфид галлия, нитрид галлия, карбид кремния и другие с большой шириной запрещенной зоны. В современных светодиодах используются гетеропереходы, то есть полупроводниковые структуры на основе материалов с разной шириной запрещенной зоны.

Этапы работы:

1. **Подготовка.** В ходе неё нужно определить и записать в рабочую тетрадь основные параметры исследуемых приборов, пользуясь справочной литературой.
2. **Исследование фотодиода.** Необходимо измерить генерируемую фотодиодом под действием света разность потенциалов, которая зависит от светового потока.
3. **Исследование светодиода.** В этой части работы необходимо измерить зависимость освещённости фотоэлемента люксметра от силы тока, протекающего через светодиод. Для этого нужно рассчитать значение силы света светодиода по специальной формуле, где учитывается площадь приёмной площадки фотоэлемента люксметра. Затем повторить измерения

и расчёты для светодиодов другого цвета свечения и внести соответствующие записи в таблицу. После этого нужно построить графики зависимости силы света светодиодов от силы тока (световые характеристики).

4. **Исследование оптрона.** Цель работы в этом случае — изучить входные и выходные характеристики диодных и диодно-транзисторных оптронов. Например, можно собрать схему датчика приближения, установить на выходе блока питания напряжение 3 В и подключить его к собранной схеме. Затем поднести экран (например, лист бумаги) к паре: ИК-фототранзистор — ИК-светодиод. Если схема собрана правильно, должен засветиться светодиод. После этого нужно измерить ток в цепи ИК-фототранзистора и расстояние от экрана до него. Отодвинуть экран на несколько сантиметров и повторить измерения. Продолжать до окончания срабатывания датчика приближения. Затем провести измерения для других типов экранов. 2
5. **Оформление отчёта.** В нём нужно указать схему эксперимента, таблицу, расчётные формулы и полученные графики, а также пояснения о ходе выполнения работы.

Раздел 3. Электровакуумные приборы. Устройства отображения информации.

Тема 3.1. Общие сведения об электровакуумных приборах. Электронные лампы

Устный опрос

1. Классификация электровакуумных приборов.
2. Электронная эмиссия, виды эмиссии.
3. Модель прибора вакуумной электроники.
4. Электронные лампы.
5. Вакуумный диод, триод, многоэлектродные лампы.
6. Электровакуумные микролампы. Обозначение. Устройство. Принцип работы. Параметры и характеристики.
7. Понятие динаatronного эффекта. Области применения.

Тема 3.2. Электронно лучевые приборы

Устный опрос

1. Классификация.
2. Устройство.
3. Основные конструктивные узлы.
4. Отклоняющие системы. Типы отклоняющих систем.
5. Экраны электронно-лучевых трубок. Основные параметры и характеристики.

6. Особенности ЭЛП различного назначения.

7. Передающие трубки: виды, устройство и применение.

Тема 3.3 Ионные приборы (газоразрядные приборы)

Письменный ответ во время занятия.

1. Виды разрядов в газах.
2. Вольт – амперная характеристика (ВАХ) газового разряда.
Классификация ионных приборов.
3. Применение ионных приборов

Тема 3.4. Устройства отображения информации (УОИ)

Устный опрос

Вопрос 1. Поясните пример маркировки электронно-лучевых трубок.

Вопрос 2. Объясните назначение и применение различных ЭЛТ.

Вопрос 3. Какие способы отклонения и фокусировки луча используются в ЭЛТ?

Вопрос 4. Укажите преимущества и недостатки магнитного отклонения луча по сравнению с электростатическим. Вопрос 5. Почему ЭЛТ с магнитным отклонением не применяют в осциллографах для исследования тока и напряжения высоких частот?

Вопрос 6. Объясните устройство осциллографической трубки, схему питания, назначение электродов.

Вопрос 7. Объясните принцип работы электронной пушки в осциллографических ЭЛТ.

Вопрос 8. Объясните принцип отклонения луча в осциллографических ЭЛТ.

Вопрос 9. Поясните необходимость синхронизации в осциллографах и условие синхронизации.

Вопрос 10. Какие типы индикаторных панелей используют в современных приборах для отображения информации и какими преимуществами они обладают по сравнению с ЭЛТ?

Вопрос 11. Какие преимущества имеют индикаторные ЖК панели по сравнению со светодиодными и плазменными?

Вопрос 12. Какие преимущества имеют светодиодные индикаторные панели по сравнению с ЖК и плазменными?

Устный опрос производится во время урока. По каждой теме студент должен ответить не менее, чем на 2 вопроса.

Цель работы:

- 1) ознакомиться с принципом работы знакогенерирующего ЖКИ, основанном на контроллере HD44780, научиться программировать контроллер HD44780 и выводить информацию на ЖКИ;
- 2) ознакомиться с принципом реализации сканирования матричной клавиатуры. Реализовать алгоритм сканирования клавиатуры с использованием функции «антидребезга» контактов.

Введение.

Контроллер HD44780 фирмы Hitachi фактически является промышленным стандартом и широко применяется при производстве алфавитно-цифровых ЖКИ-модулей. Аналоги этого контроллера или совместимые с ним по интерфейсу и языку выпускают множество зарубежных фирм. Еще большее число фирм производят ЖКИ-модули на базе данных контроллеров. Эти модули можно встретить в самых разнообразных устройствах.

Алфавитно-цифровые ЖКИ-модули представляют собой недорогое и удобное решение, позволяющее сэкономить время и ресурсы при разработке новых изделий, при этом обеспечивают отображение большого объема информации при хорошей различимости и низком энергопотреблении.

Контроллер HD44780 потенциально может управлять двумя строками по 40 символов в каждой (для модулей с четырьмя строками по 40 символов используются два одинаковых контроллера), при матрице символа 5 x 7 точек.

Существует несколько более-менее стандартных форматов ЖКИ-модулей: 8 x 2, 16 x 1, 16 x 2, 16 x 4, 20 x 1, 20 x 2, 20 x 4, 24 x 2, 40 x 2, 40 x 4. Есть и другие форматы, встречающиеся достаточно редко.

Полное описание режимов работы ЖКИ приведено в «Описании лабораторного макета SDK 1.1», прилагающегося к каждому лабораторному макету в печатном и электронном виде.

Подключение ЖКИ.

Для соединения ЖКИ-модуля с управляющим МК используется параллельная синхронная шина, насчитывающая 8 или 4 (выбирается программно) линий данных DB0..DB7, линию выбора операции R/W, линию выбора регистра RS и линию синхронизации E. Кроме К линию синхронизации E. с управляющим МК используется параллельная синхронная шина, насчитывающая 8 или 4 (е большего объема линий управляющей шины имеются две линии для подачи напряжения и линия для подачи напряжения драйвера ЖКИ – V_0).

Рекомендации по работе с ЖКИ.

1. После включения питания необходимо провести **процедуру инициализации** индикатора.

Последовательность действий при процессе инициализации:

1. выдержать паузу не менее 15 мс между установлением рабочего напряжения и работой с контроллером ЖКИ;
2. в регистр команд записать управляющее слово 30H, которое будет настраивать работу ЖКИ, не проверяя значение флага занятости ЖКИ VF.
3. выполнить задержку не менее, чем на 4,1 мс;
4. снова записать в регистр команд упр. слово 30H, не проверяя флаг VF;
5. выполнить задержку не менее, чем на 100 мкс.
6. снова записать в регистр команд упр. слово 30H, не проверяя флаг VF;

В результате этих действий дисплей выйдет на нормальный режим работы из любого состояния.

Так как на момент включения индикатор ничего не отображает, то необходимо хотя бы включить изображение, установив флаг D.

Пример широко распространенной последовательности для инициализации ЖКИ: 38H, 0CH, 06H. Первая команда устанавливает режим отображения 2-х строк с матрицей 5x7 точек и работу с 8-разр. шиной данных; вторая команда включает изображение на экране ЖКИ без отображения курсоров; третья команда устанавливает режим перемещения курсора слева-направо после вывода каждого символа.

; -----

; (2). Подпрограмма записи в ЖКИ для 8-битной передачи

; -----

; В регистре R0 находятся данные для вывода на ЖКИ

; @DPTR – порт DV ЖКИ

; F0 – бит для установки типа команды (F0 = 1 - запись в р-р данных DR)

; F0 = 0 - запись регистр команд IR)

; -----

SAVE_LCD:

PUSH ACC

MOV 84H,#08H ; Устанавливаем 8-ю страницу внешней памяти

MOV DPTR,#0001H ; Устанавливаем адрес р-ра шины данных ЖКИ

MOV A,R0

MOVX @DPTR,A ; Выставляем данные на шину данных ЖКИ

MOV DPTR,#0006H ; Устанавливаем адрес р-ра управления ЖКИ

MOV A,#00000001B ; RS = 0, R/W = 0, E = 1

JNB F0,S_LCD1 ; Если <>1, то пишем в р-р команд

MOV A,#00000101B ; RS = 1, R/W = 0, E = 1

S_LCD1: MOVX @DPTR,A ; Выводим данные в ЖКИ

CALL DELAY

MOV A,#0H ; Устанавливаем бит E = 0

MOVX @DPTR,A ; Завершаем вывод данных в ЖКИ

POP ACC

RET

; (2).

Пример использования подпрограммы SAVE_LCD для записи в регистр команд IR.

CLR F0

```
MOV R0,#38H
CALL SAVE_LCD
CALL DELAY
```

Пример использования подпрограммы SAVE_LCD для записи в регистр данных DR.

```
SETB F0
MOV R0,#38H
CALL SAVE_LCD
CALL DELAY
```

Программа работы.

1. Реализовать программу инициализации ЖКИ-модуля. В результате загрузки программы в макет ЖКИ-индикатор должен перейти в режим развертки двух строк.
2. Вывести на индикатор строку, содержащую свою фамилию.

Раздел 4. Аналоговая схемотехника

Тема 4.1 Электронные усилители. Основные свойства

Устный опрос

1. Назовите основную функцию электронного усилителя.
2. Какого вида зависимости принято называть входной и выходной характеристиками усилителя?
3. Какое состояние электронного усилителя называется рабочей точкой?
4. Что понимается под коэффициентом усиления по напряжению K_v , (по току K_i по мощности K_p)?
5. Назовите наиболее употребимые способы задания рабочей точки (РТ) для усилителей на биполярном транзисторе.
6. Какие режимы усилителя на биполярном транзисторе принято обозначать как «Л», «В», «ЛВ»?
7. Каковы функции разделительных цепей, присутствующих обычно в схемах с электронными усилителями?

Тема 4.2. Схемотехника усилительных устройств

Тестирование

1. Увеличение глубины отрицательной обратной связи в операционном усилителе приводит к ... полосы(-е) усиливаемых частот:
 - а) увеличению
 - б) сохранению
 - в) уменьшению
2. Определение параметров каскада по постоянному току проводится с применением таких характеристик:

- а) статических выходных
- б) выходных динамических по постоянному току
- в) статических входных

3. Усилитель электрических колебаний создает на выходе мощность большую, чем на входе, за счет применения:

- а) резисторов
- б) конденсаторов
- в) источника питания

4. Регистр сдвига, выполненный на основе триггеров, служит для запоминания (хранения) цифровой информации, записываемой ... кодом:

- а) последовательным
- б) параллельно-последовательным
- в) параллельным

5. Схема с резисторно-емкостной транзисторной логикой (РЕТЛ) реализуется включением конденсаторов:

- а) как элементов связи между логическими элементами
- б) как элементов связи с нагрузкой
- в) параллельно выравнивающим резисторам на входах +

6. Генератор линейно изменяющегося напряжения с компенсирующей обратной связью реализуется введением ... в двухкаскадном резисторном усилителе:

- а) общей положительной ОС
- б) общей отрицательной обратной связи (ОС)
- в) местной отрицательной ОС

7. Логарифмический усилитель реализуется включением диода (транзистора) в цепь ... операционного усилителя:

- а) нагрузки
- б) неинвертирующего входа
- в) обратной связи

8. Взаимное влияние источников сигналов на входе сумматора практически отсутствует из-за того, что инвертирующий вход операционного усилителя ОУ имеет такой потенциал:

- а) нулевой
- б) постоянный отрицательный
- в) постоянный положительный

9. Транзисторная логика с резистивной связью (ТЛРС) характеризуется:

- а) отсутствием гальванической связи между источниками
- б) увеличением быстродействия схемы
- в) выравниванием токов в цепях транзисторных ключей

10. Применение в усилителе последовательной отрицательной обратной связи (ООС) по напряжению приводит к ... входного сопротивления каскада:

- а) уменьшению
- б) увеличению
- в) сохранению неизменной величины

11. Режиму АВ соответствует положение рабочей точки на ... сквозной динамической характеристики усилительного элемента:

- а) нижнем изгибе
- б) линейном участке
- в) верхнем изгибе

12. В схеме простой ВЧ коррекции увеличение $f_{вч}$ или подъем амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в области верхних частот (ВЧ) обеспечиваются включением ... цепь биполярного транзистора:

- а) индуктивности в базовую
- б) индуктивности в коллекторную
- в) индуктивности в эмиттерную

13. Усилительный каскад на полевом транзисторе, включенном по схеме с общим стоком, изменяет фазу входного напряжения на:

- а) 0°
- б) 90°
- в) -90°

14. Автогенератор с LC колебательной системой в нагрузке формирует такие колебания:

- а) импульсные
- б) пилообразные
- в) гармонические

15. В LC-генераторах частота автоколебаний определяется выбором элементов:

- а) колебательного контура
- б) цепи фильтра источника питания
- в) цепи обратной связи ОС

Лабораторная работа №10. Исследование каскада усиления на биполярном транзисторе

Цель работы: приобретение навыков при исследовании каскада предварительного усиления на биполярном процессе и изучение процессов происходящих в них.

Теоретический материал

Требования к каскадам и режим работы

Каскад предварительного усиления предназначен для усиления тока или напряжения сигнала, создаваемого источником сигнала, до величины, необходимой для подачи на вход каскада мощного усиления.

В зависимости от условий работы каскады предварительного усиления разнообразны по использованию в них типов усилительных элементов, способов их включения, схем каскадов и пр. Для уменьшения числа каскадов предварительного усиления в них используют усилительные элементы с высоким коэффициентом усиления (транзисторы с большим коэффициентом передачи тока $h_{21э}$). Способ их включения, режим работы, положение точки покоя на характеристиках усилительного элемента, электрические данные схемы межкаскадной связи выбирают таким образом, чтобы получить от каскада наибольшее усиление при допустимых частотных или переходных искажениях и возможно меньше потреблении мощности от источников питания.

Специфической особенностью каскада предварительного усиления является неполное использование характеристик усилительного элемента из-за малой амплитуды входного сигнала, вследствие чего параметры усилительного элемента за период сигнала изменяются незначительно. Вот почему коэффициенты усиления, тока и напряжения таких каскадов обычно определяются аналитически, без построения динамических характеристик переменного тока, используя малосигнальные параметры усилительных элементов, найденные для точки покоя (или взятые из справочника, если используется указанный в справочнике типовой режим).

В каскадах предварительного усиления для уменьшения нелинейных искажений и повышения стабильности показателей усилителя почти всегда используют режим А; с энергетической точки зрения это не вызывает затруднений, так как потребление мощности питания каскадами предварительного усиления невелико. Из-за малой амплитуды сигнала и работы в режиме А вносимые каскадами предварительного усиления нелинейные искажения ничтожны, и расчет коэффициента гармоник таких каскадов обычно не производят. Если напряжение сигнала на входе каскада предварительного усиления велико (и превышает несколько десятых вольта), то расчет коэффициента гармоник k_r проводят так же, как для каскада мощного усиления.

Транзисторы в каскадах предварительного усиления обычно включают с общим эмиттером (истоком); включение транзистора с общим коллектором (стоком) используется лишь в особых случаях для входных или выходных каскадов усилителя, когда эти каскады должны иметь специальные свойства. Включение транзистора с общей базой (затвором) целесообразно лишь для входных каскадов, работающих от источника сигнала с очень низким внутренним сопротивлением (порядка входного сопротивления транзистора при таком включении); в этом случае сквозной коэффициент усиления каскада может оказаться не ниже, чем при включении с общим эмиттером (истоком), а многие показатели каскада улучшатся.

Напряжение источника питания оконечного (выходного) каскада усилителя обычно оказывается вполне достаточным и для питания всех каскадов предварительного усиления с учетом включения в цепь питания развязывающих и сглаживающих фильтров. Для сокращения расхода энергии питания в каскадах предварительного усиления применяют маломощные усилительные элементы.

В транзисторных каскадах предварительного усиления как звуковой частоты, так и широкополосных нет необходимости строить нагруженные прямые

постоянного тока для выбора точки покоя; ток покоя выходной цепи транзисторов выбирают возможно малый, лишь обеспечивающий необходимую для подачи на следующий каскад амплитуду тока сигнала и удовлетворительные усилительные свойства используемого транзистора.

Программа работы: 1

1. **Расчёт схем усилительных каскадов.** Нужно рассчитать основные параметры биполярного транзистора, а также усилительные каскады с общим эмиттером и с общим коллектором.
2. **Моделирование работы усилительных каскадов:**
 - **Исследование работы по постоянному току.** Нужно изучить режим каскада по постоянному току и температурную стабильность рабочей точки каскада.
 - **Исследование работы по переменному току.** Следует снять амплитудно-частотную (АЧХ) и фазо-частотную (ФЧХ) характеристики каскада, а также изучить влияние сопротивлений источника сигнала и нагрузки на коэффициент усиления каскада.

В отчёте по работе нужно включить наименование и цель работы, краткую программу, схемы соединений для выполненных экспериментов, результаты экспериментальных исследований и проведённых по ним расчётов, помещённые в соответствующие таблицы, обработанные осциллограммы и выводы.

Лабораторная работа №11. Исследование усилителя напряжения звуковой частоты

Цель работы: Ознакомление с принципами построения усилителей колебаний звуковой частоты (УЗЧ) и исследование основных характеристик УЗЧ лабораторного макета приемника.

Содержание работы

1. Ознакомиться с принципиальной схемой УЗЧ.
2. Определить коэффициент усиления усилителя на средней частоте и нормальный уровень выходного сигнала.
3. Снять амплитудно-амплитудную и амплитудно-частотную характеристики усилителя.
4. Исследовать нелинейные искажения, вносимые усилителем.

Описание лабораторного пакета

Исследуемый УЗЧ (см. прил., рис. П1) выполнен на микросхеме DA3 типа Л147УН7. Он состоит из нескольких усилительных каскадов, охваченных глубокой отрицательной обратной связью. Выходной каскад усилителя выполнен по двухтактной схеме и работает в режиме близком к режиму В. Номинальная выходная мощность УЗЧ приблизительно 1 Вт.

Порядок выполнения работы

1. Изучить принципиальную схему УЗЧ. Подключить измерительные приборы, включить питание приборов и макета. Регулятор громкости ЗЧ установить в положение, соответствующее максимальному уровню сигнала на выходе. Для уменьшения помех выключить гетеродин макета.

2. Определить коэффициент усиления усилителя на средней частоте. Для этого подать от генератора сигнал с частотой 1000 Гц. Установить напряжение сигнала на входе усилителя ($U_{вх}$) равным 100 мВ. Включив громкоговоритель, прослушать выходной сигнал. Убедиться в отсутствии искажений выходного сигнала по его изображению на экране осциллографа. Отключить громкоговоритель.

Измерить значение выходного напряжения ($U_{вых}$). Рассчитать значение коэффициента усиления на средней частоте (в раз)

$$K = (U_{вых} / U_{вх})$$

и выразить его в децибелах :

$$K[дБ] = 20 \lg(U_{вых} / U_{вх}).$$

3. Определить нормальный уровень выходного сигнала. Для этого, наблюдая за формой выходного напряжения, увеличивать уровень входного сигнала до появления заметных на глаз искажений. Зафиксировать значение нормального выходного напряжения $U_{вых.н}$ – максимального напряжения, при котором искажения малозаметны, а также соответствующее ему значение входного напряжения $U_{вх.н}$. Рассчитать значение нормальной выходной мощности усилителя

$$P_{вых.н} = (U_{вых.н})^2 / R_H,$$

где $R_H = 8 \text{ Ом}$ – значение сопротивления громкоговорителя и эквивалента нагрузки.

4. Снять амплитудно-амплитудную характеристику усилителя. Для этого, изменяя входное напряжение $U_{вх}$ в пределах от 5 мВ до $1.5 * U_{вх.н}$, снять зависимость $U_{вых}$ от $U_{вх}$. Построить график. Отметить на нем значения $U_{вых.н}$ и $U_{вх.н}$:

- $U_{вх} < U_{вх.н}$ (искажения выходного напряжения при этом должны отсутствовать);

- $U_{вх}$ незначительно превышает $U_{вх.н}$ (случай, соответствующий появлению относительно небольших искажений);

- $U_{вх}$ превышает $U_{вх.н}$ в 1,5 раза (случай, соответствующий значительным искажениям).

В каждом случае включить на короткое время громкоговоритель и сопоставить слуховое восприятие с его формой, наблюдаемой на экране осциллографа.

5. Снять амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) усилителя. Для этого

подать на вход усилителя сигнал с частотой 1000 Гц и уровнем 100 мВ. Измерить значение $U_{\text{вых}}$. Увеличивая и уменьшая частоту сигнала относительно средней частоты 1000 Гц при постоянном значении $U_{\text{вх}}=100$ мВ, снять зависимость $U_{\text{вых}}$ от F . Частоту следует изменять в пределах, соответствующих уменьшению выходного напряжения не менее чем в 10 раз относительно значения на средней частоте.

Рассчитать значение коэффициента усиления в децибелах для каждой частоты, на которой производились измерения. Построить график зависимости $K[\text{дБ}]$ от F , используя логарифмический масштаб по оси частот. По графику определить значения верхней ($F_{\text{В}}$) и нижней ($F_{\text{Н}}$) частот среза – частот, на которых коэффициент усиления уменьшается на 3 дБ, по сравнению со значением на средней частоте.

Лабораторная работа №12. Исследование двухтактного бестрансформаторного усилителя мощности

Цель лабораторной работы по исследованию двухтактного бестрансформаторного усилителя мощности — изучение принципа его действия, снятие и анализ амплитудно-частотной и амплитудной характеристик, а также наблюдение работы в режимах В и АВ.

Некоторые задачи работы:

1. **Исследование работы верхнего плеча двухтактного каскада.** Вместо транзистора VT3 нужно включить резистор $R = 15$ кОм, зарисовать форму выходного сигнала, затем восстановить исходную схему.
2. **Исследование работы нижнего плеча двухтактного каскада.** Вместо транзистора VT2 нужно включить резистор $R = 15$ кОм, зарисовать форму выходного сигнала, затем восстановить исходную схему.
3. **Исследование влияния диода VD1 на работу выходного каскада.** Вместо диода VD1 нужно включить перемычку и зарисовать форму выходного сигнала, затем восстановить исходную схему.
4. **Определение коэффициентов усиления** по напряжению первого (на VT1) и выходного каскадов (на VT2 и VT3), для этого нужно измерить осциллографом переменную составляющую напряжения на входе усилителя, коллекторе VT1 и выходе усилителя. Определить общий коэффициент усиления усилителя.
5. **Определение мощности сигнала на выходе усилителя** и мощности, потребляемой от источника питания. Для этого нужно включить в цепь коллектора транзистора VT2 миллиамперметр постоянного тока и измерить потребляемый ток I_0 выходного каскада. Рассчитать потребляемую мощность и коэффициент полезного действия выходного каскада. 3
6. **Снятие АЧХ усилителя** и определение полосы усиливаемых частот.

По результатам работы нужно подготовить отчёт, в котором должны быть принципиальная схема усилителя и функциональная схема установки, данные экспериментов — осциллограммы, результаты измерений, расчёты, характеристики, выводы.

Тема 4.3. Усилители постоянного тока (УПТ)

Устный опрос

1. Основные типы УПТ.
2. Балансные каскады усиления. Принцип построения.
3. Дифференциальный усилитель (ДУ). Принцип работы. Характеристики и режимы.
4. УПТ с преобразованием сигнала. Структурная схема. Принцип работы. Достоинства и недостатки.
5. Операционные усилители. Назначение. Основные особенности, свойства и параметры идеального ОУ.
6. Схемотехника ОУ. Особенности реальных ОУ.
7. Типовые узлы на базе ОУ

Устный опрос производится во время урока. По каждой теме студент должен ответить не менее, чем на 2 вопроса.

Лабораторная работа №13. Исследование УПТ

Цели работы:

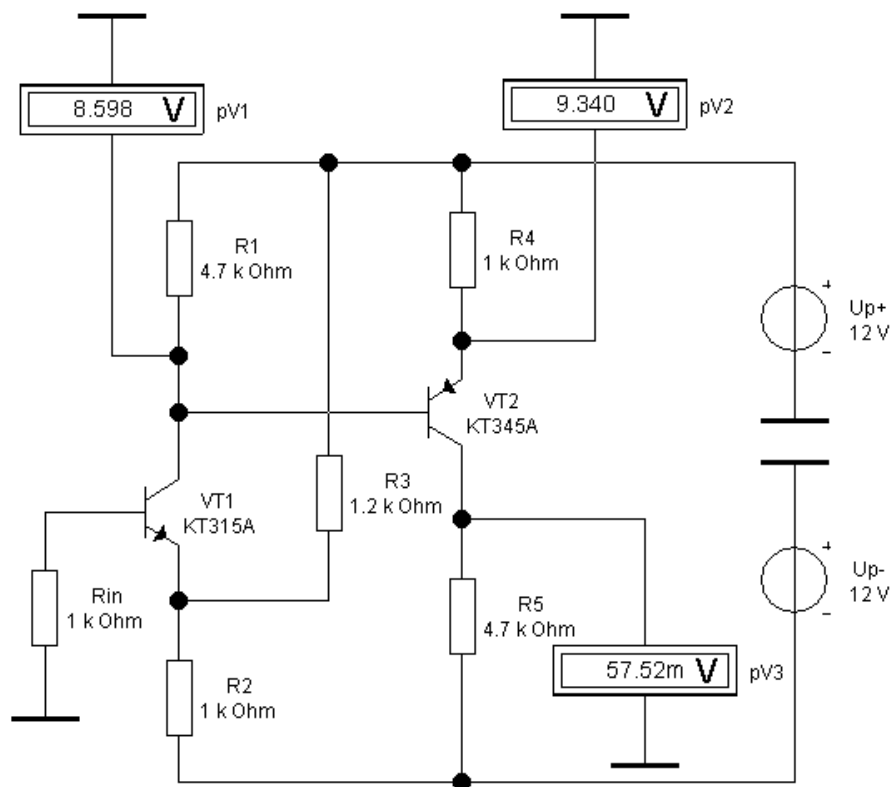
1. Изучить особенности работы усилителя на обедненном МОП-транзисторе.
2. Изучить работу усилителя с мощным выходным каскадом.
3. Сделать выводы о применимости данной схемы.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Усилитель постоянного тока (УПТ) предназначен для усиления сигналов низкой или инфра низкой частоты. Такие сигналы часто встречаются в электронике, например, при приеме информации с датчиков, напряжение на выходе которых может изменяться медленно.

Основной особенностью работы УПТ является использование в нем двуполярного источника напряжения, что позволяет установить входное положение рабочей точки на уровне потенциала «земли», при этом на выходе усилителя также может быть установлен потенциал «земли». Это свойство УПТ является его достоинством.

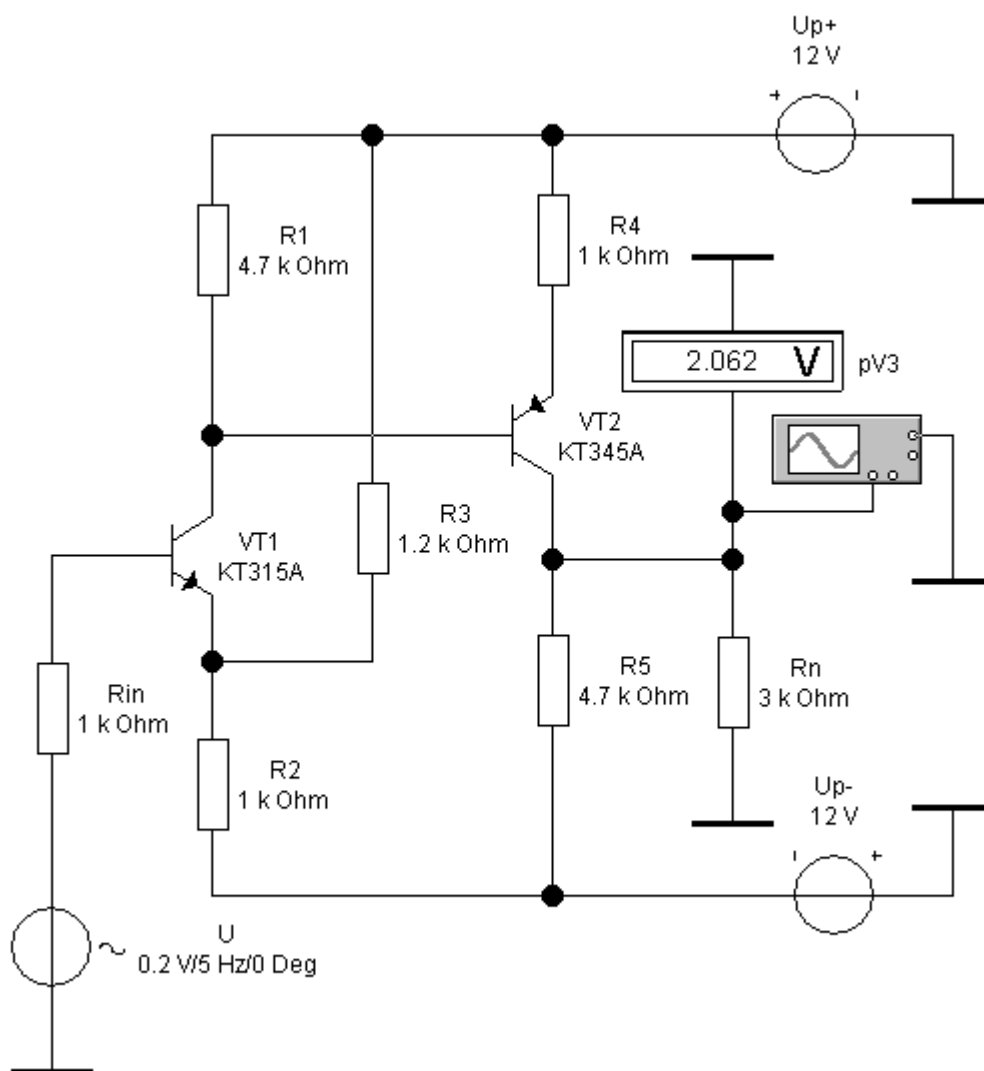
Работа УПТ на постоянном токе поясняет схема, представленная на рис. Для того, чтобы показания вольтметра $pV3$ были равны нулю, нужно, чтобы ток коллектора $VT2$ был равен $12/4,7 \approx 2,6$ мА. Тогда падение напряжения на R_4 будет приблизительно равно 2,5 В, значит, потенциал коллектора $VT2$ будет составлять приблизительно 9,4 В.



Из принципа работы транзистора р-п-р типа следует, что потенциал его базы должен быть равным $9,4 - 0,7 \approx 8,7$ В. Если такой потенциал будет присутствовать на эмиттере VT1, то схема будет находиться в требуемом для нормальной работы состоянии.

Для обеспечения нужного состояния рабочей точки VT1 служит резистор R₃, осуществляющий необходимое смещение VT1 по постоянному току. В практических схемах этот резистор является переменным.

При работе УПТ на переменном токе, переменное напряжение на базе VT1 усиливается по напряжению и по току, поскольку VT1 включен по схеме с ОЭ. Это усиленное напряжение поступает на базу VT2, также включенному по схеме с ОЭ и с коллектора поступает на нагрузку.



ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Для установления положения рабочей точки исследуемого УПТ следует собрать схему. Изменяя сопротивление R_3 следует наблюдать за показаниями вольтметра $pV3$, пока напряжение на нем не достигнет величины, порядка 0,1 В.
2. Для исследования работы схемы на переменном токе следует подключить к выходу УПТ источник переменного напряжения с частотой 5 – 10 Гц, а к выходу – сопротивление нагрузки, в несколько раз большее сопротивления R_4 . Затем нужно установить требуемый уровень входного напряжения для получения на выходе синусоидальной формы сигнала и измерить коэффициент усиления схемы по напряжению K_U .
3. Далее, необходимо изменять сопротивление нагрузки, измеряя величины тока и напряжения на нагрузке; результаты измерений нужно занести в табл.

Табл. Данные для построения внешней характеристики $U_H(I_H)$							
$R_H, \text{ Ом}$							
$I_H, \text{ мА}$							
$U_H, \text{ В}$							

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Схема УПТ для постоянного тока.
2. Схема УПТ для переменного тока.
3. Внешняя характеристика усилителя $U_H(I_H)$.
4. Выводы по работе.

ВЫВОДЫ

1. Особенность УПТ состоит в его возможности усиливать ток низкой частоты, при этом выходной сигнал не содержит постоянной составляющей.
2. Настройка УПТ состоит в установлении положения рабочей точки, при которой потенциалу «земли» на входе усилителя соответствует потенциал «земли» на его выходе.
3. Недостатком схемы является отклонение положения рабочей точки от заданного состояния вследствие изменения температуры, называемое дрейфом нуля.
4. Применение УПТ целесообразно при усилении медленно изменяющихся сигналов, например, сигналов на выходе датчиков.

Лабораторная работа №14. Суммирование напряжения на ОУ

Цель работы

Изучение работы схемы суммирующего усилителя на ОУ.

Исследование суммирования двух постоянных входных напряжений.

Исследование суммирования постоянного и переменного входного напряжения.

Исследование суммирования двух переменных входных напряжений

Краткие теоретические сведения

Операционный усилитель (ОУ) – усилитель постоянного тока с дифференциальным входом и, как правило, единственным выходом, имеющий высокий коэффициент усиления. ОУ почти всегда используются в схемах с глубокой отрицательной обратной связью, которая, благодаря высокому коэффициенту усиления ОУ, полностью определяет коэффициент передачи полученной схемы.

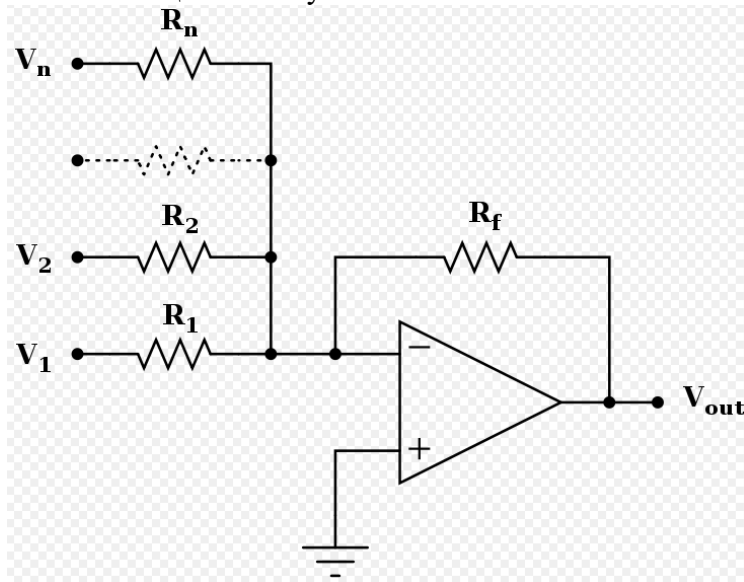
В настоящее время ОУ получили широкое применение, как в виде отдельных чипов, так и в виде функциональных блоков в составе более сложных интегральных схем. Такая популярность обусловлена тем, что ОУ является универсальным блоком с характеристиками, близкими к идеальным, на основе которого можно построить множество различных электронных узлов.

Применение ОУ в электронике чрезвычайно широко – операционный усилитель, вероятно, наиболее часто встречающийся элемент в аналоговой схемотехнике. Добавление лишь нескольких внешних компонент делает из ОУ конкретную схему аналоговой обработки сигналов. Разнообразие подключений позволяет получать различные функциональные части электрических схем:

Линейные системы

- Дифференциальный усилитель (вычитатель)
- Инвертирующий усилитель
- Неинвертирующий усилитель
- Повторитель напряжения
- Суммирующий усилитель (сумматор)
- Интегратор
- Дифференциатор
- Компаратор

- Измерительный усилитель
 - Триггер Шмитта
 - Гиратор
 - Преобразователь отрицательного сопротивления
- Нелинейные системы
- Прецизионный выпрямитель
 - Пиковый детектор
 - Логарифмический усилитель
 - Экспоненциальный усилитель



На ОУ создаются схемы, предназначенные для выполнения математических операций над входными сигналами (сложение, вычитание, интегрирование, выделение модуля функции и т.п.). Наиболее распространенными являются суммирующие и интегрирующие схемы на ОУ. Сумматоры могут быть инвертирующими, не инвертирующими или алгебраическими (иначе вычитатели). Схема сумматора на инвертирующем усилителе приведена на рисунке

Рисунок – Схема сумматора на инвертирующем усилителе

Данная схема суммирует (с весом) несколько напряжений. Сумма на выходе инвертирована, то есть все веса отрицательны. Для данной схемы будет справедливо:

$$U_{\text{вых}} = - R_f \left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \dots + \frac{U_n}{R_n} \right), \quad (2.1)$$

Если $R_f = R_1 = R_2 = R_n$, то выражение 2.1 можно записать в виде:

$$U_{\text{вых}} = - (U_1 + U_2 + \dots + U_n), \quad (2.1)$$

Практическая часть

1. Суммирование постоянных напряжений.

- Соберите схему.
- Включите схему и запишите показания приборов в раздел «Результаты экспериментов».
- По заданным номиналам элементов схемы рассчитайте значения токов I_1 , I_2 , I_{OC} .
- Используя значения напряжений U_1 и U_2 , вычислите выходное напряжение $U_{\text{вых}}$. Результаты запишите в раздел «Результаты экспериментов».

2. Суммирование постоянного и переменного напряжения.

- Соберите схему.
- Включите схему и зарисуйте осциллограммы входного и выходного напряжения в разделе «Результаты экспериментов».
- Измерьте постоянную составляющую и амплитуду выходного напряжения $U_{\text{вых}}$.
- Вычислите постоянную составляющую и амплитуду выходного напряжения $U_{\text{вых}}$, используя значения напряжений U_1 и U_2 . Результаты запишите в раздел «Результаты экспериментов».

3. Суммирование переменных напряжений.

- Соберите схему.
- Включите схему и зарисуйте осциллограммы входного и выходного напряжения в разделе «Результаты экспериментов».
- Измерьте амплитуды входного и выходного напряжений.
- Вычислите амплитуду выходного напряжения $U_{\text{вых}}$ по известным значениям амплитуд напряжений U_1 и U_2 . Результаты запишите в раздел «Результаты экспериментов».

Для выполнения работы понадобятся вольтметр, амперметр, осциллограф, функциональный генератор, источник постоянной ЭДС, операционный усилитель LM741, диоды и резисторы.

Содержание отчета

Цель работы

Краткие теоретические сведения и ответы на контрольные вопросы.

Схемы для исследований.

Результаты экспериментов и расчеты.

Выводы по работе.

5 Контрольные вопросы

5.1. ОУ. Определение, назначение, виды.

5.2. ОУ. Способы подключения в электрические схемы.

5.3. Объясните влияние напряжения смещения ОУ на ошибку суммирования постоянных напряжений в схеме.

5.4. Как изменятся основные соотношения для схемы, если на неинвертирующий вход ОУ подать постоянное напряжение?

5.5. Перечислите возможные способы изменения коэффициентов суммирования сигналов в схеме. При каких ограничениях на входные сигналы схема сумматора работает в линейном режиме?

Лабораторная работа №15. Исследование интегратора и дифференциатора на ОУ

Цель работы: Исследовать свойства и характеристики схем интегратора и дифференциатора на основе операционного усилителя (ОУ).

Рассматриваемые вопросы: свойства и особенности построения схем интегратора и дифференциатора на ОУ; способы повышения устойчивости схемы дифференциатора на ОУ; функциональные схемы и характеристики операционных усилителей.

Практическая часть

1. Исследование схемы интегратора. Нужно изучить переходный процесс в схеме интегратора, проанализировать влияние входных воздействий на выходной сигнал и параметров элементов интегратора на выходной сигнал. Например,

можно исследовать влияние амплитуды входного напряжения на переходный процесс в схеме интегратора, установив амплитуду генератора равной 2 В и масштаб напряжения на входах А и В осциллографа 2 V/div.

2. Исследование схемы дифференциатора. Нужно изучить переходный процесс в схеме дифференциатора, проанализировать влияние входных воздействий на выходной сигнал дифференциатора и параметров элементов дифференциатора на выходной сигнал. Например, можно исследовать влияние частоты входного напряжения на выходное напряжение дифференциатора, установив частоту генератора равной 2 кГц.

Также в рамках лабораторной работы можно исследовать осциллограммы интегратора и дифференциатора, а также влияние на них изменений сопротивления, ёмкости, амплитуды и частоты сигнала.

Для выполнения работы можно использовать, например, среду Multisim, где студенты проводят самостоятельную сборку схем и снятие параметров, обрабатывают результаты и проводят сравнительный анализ.

Содержание отчета

Цель работы

Краткие теоретические сведения и ответы на контрольные вопросы.

Схемы для исследований.

Результаты экспериментов и расчеты.

Выводы по работе.

Тема 4.4. Специальные виды усилителей

Устный опрос

1. Широкополосные усилители. Основные требования к ним.
2. Схема коррекции амплитудочастотной характеристики (АЧХ) и переходной характеристики.
3. Повторители напряжения. Назначение.
4. Принципиальная схема полевого и биполярного транзисторов. Основные особенности.
5. Избирательные и резонансные усилители. Особенности схемотехники.

Устный опрос производится во время урока. По каждой теме студент должен ответить не менее, чем на 2 вопроса.

Тема 4.5. Генераторы гармонических колебаний

Устный опрос

1. Генераторы напряжения синусоидальные.
2. Основные типы: RC-, LC- генераторы, мостовой генератор Вина, кварцевые генераторы, фазовый генератор.

Устный опрос производится во время урока. Студент должен ответить не менее, чем на 2 вопроса.

Лабораторная работа №16. Исследование RC – генераторов

Цель лабораторной работы по исследованию RC-генераторов — изучение принципиальных схем RC-генераторов, экспериментальное исследование влияния элементов схемы на параметры и характеристики генератора. 1

Некоторые задачи работы:

1. Исследование RC-автогенератора с поворотом в цепи обратной связи:

- изучить принципиальную схему генератора с поворотом в цепи ОС;
- рассчитать частоту f_0 генерации данного генератора;
- установить переключатели на панели «Коммутаторы» в положения 5 и 10, подключить осциллограф к гнезду КТ3, внешний генератор ко входу ЛОЭ;
- установить на генераторе напряжение с амплитудой не более 100 мВ;
- снять АЧХ и ФЧХ фазовращающей RC-цепи, изменяя частоту генератора от 30 Гц до частоты, превышающей примерно в два раза расчётную (при этом вблизи резонансной частоты изменять частоту генератора более плавно).

2. Исследование RC-автогенератора на ОУ с мостом Вина в цепи ОС:

- изучить принципиальную схему генератора на ОУ с мостом Вина в цепи ОС;
- рассчитать частоты f_{01} и f_{02} генерации данного генератора для различных значений ёмкостей (C1,C3) и (C2,C4) в мосте Вина;
- установить переключатели на панели «Коммутаторы» в положения 5, 9 и 11, подключить внешний генератор ко входу ЛОЭ, осциллограф подключить к КТ3 (вход моста Вина) и к КТ1 (выход моста Вина);
- установить на генераторе напряжение с амплитудой не более 3 В;
- снять АЧХ и ФЧХ моста Вина, изменяя частоту генератора от 30 Гц до частоты, превышающей примерно в два раза расчётную (вблизи резонансной частоты изменять частоту генератора более плавно).

Для выполнения лабораторной работы могут потребоваться осциллограф С1-68, генератор ГЗ-102 либо ГЗ-106.

Отчёт по лабораторной работе должен содержать цель работы, схему исследуемого устройства, таблицы и графики результатов расчётов и измерений, выводы по проделанной работе.

Раздел 5. Импульсные устройства. Цифровые устройства. Общие понятия

Тема 5.1. Электронные ключи и формирователи импульсов. Генераторы импульсных сигналов

Устный опрос

1. Общая характеристика импульсных устройств, параметры импульсных сигналов.
2. Электронные ключи. Типы.
3. Транзисторные ключи. Методы повышения быстродействия электронных ключей.
4. Формирование импульсов.
5. Ограничители амплитуды сигналов.
6. Триггеры как бистабильные ключи и формователи импульсов.
7. Схемы. Применение.
8. Классификация импульсных генераторов.
9. Принципы построения и работы основных типов импульсных генераторов.

Устный опрос производится во время урока. Студент должен ответить не менее, чем на 2 вопроса.

Лабораторная работа №17. Исследование работы мультивибратора

1. Цель работы:

1. Изучить схему и принцип действия мультивибратора с коллекторно-базовыми связями в автоколебательном режиме.
2. Экспериментально исследовать данный мультивибратор, определив его важнейшие характеристики.

2. Указания к работе:

Мультивибраторы относятся к генераторам релаксационного типа, у которых форма генерируемых колебаний резко отличается от синусоидальной, а длительность колебаний зависит от реактивных элементов (чаще конденсаторов), входящих в схему. Мультивибраторы широко применяются для получения импульсов напряжения прямоугольной формы и могут быть использованы в качестве задающих генераторов различных устройств промышленной электроники.

Наиболее часто для построения мультивибраторов применяются многокаскадные транзисторные ключи с положительной обратной связью, замкнутые в кольцо. В схемном отношении мультивибраторы отличаются от триггеров наличием времязадающих (хронирующих) элементов, которые обычно состоят из конденсатора и сопротивления.

Мультивибраторы могут работать в одном из трех режимов: автоколебаний, ждущем (заторможенном) и синхронизации (деления частоты).

В режиме автоколебаний мультивибратор имеет два состояния квазиравновесия, во время которых в схеме происходят относительно медленные изменения токов и напряжений. Квазиравновесные состояния заканчиваются лавинообразными

изменениями токов и напряжений - скачками в схеме. Таким образом, в этом режиме мультивибратор без воздействия внешних сил поочередно переходит скачком из одного состояния квазиравновесия в другое, т. е. является автогенератором. Параметры генерируемых импульсов (амплитуда длительность, частота повторения и т. д.) определяются только параметрами элементов схемы. К мультивибраторам в автоколебательном режиме предъявляется требование высокой стабильности частоты. Однако стабильность частоты мультивибраторов без применения специальных мер стабилизации сравнительно невысока. Относительная нестабильность частоты при воздействии дестабилизирующих факторов (колебаний температуры, напряжения питания и т. п.) достигает нескольких процентов.

В ждущем режимеодно состояние равновесия является устойчивым (исходное состояние), другое - квазиустойчивым. Перевод схемы в квазиустойчивое состояние осуществляется внешним запускающим импульсом, а возврат в исходное состояние происходит в результате внутренних процессов. Во время этого цикла генерируется один импульс, параметры которого определяются параметрами элементов схемы. При подаче на вход последовательности запускающих импульсов частота выходных импульсов равна частоте входных. Ждущий режим обычно используется для формирования импульсов заданной длительности и формы. Мультивибратор в ждущем режиме называют также одновибратором; запертым, заторможенным, ждущим мультивибратором; однотоктным релаксатором; кипп-реле и некоторыми другими терминами. В дальнейшем мультивибратор в ждущем режиме будем называть одновибратором.

В режиме синхронизациина автоколебательный мультивибратор подается внешнее синхронизирующее напряжение (синусоидальное или импульсное). В результате этого частота повторения импульсов на выходе мультивибратора становится кратной частоте синхронизирующего напряжения.

3. Задание

1. Ознакомиться с лабораторным стендом и принципом работы мультивибратора. Записать технические характеристики электроизмерительных приборов, используемых в работе в таблицу.

Наименование и марка прибора	Система измерения	Класс точности прибора	Диапазон измерения прибора

4. Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Технические данные электроизмерительных приборов.
3. Схема экспериментальной установки.
4. Таблицы экспериментальных данных и осциллограммы.
5. Результаты расчетов и графики снятых зависимостей.

6. Выводы по работе.

Тема 5.2. Цифровые устройства. Общие понятия.

Устный опрос

1. Общие сведения о цифровых устройствах.
2. Типы цифровых устройств.
3. Цифровые интегральные схемы.
4. Понятие серии. Обозначение.
5. Основные достоинства цифровой техники

Устный опрос производится во время урока. Студент должен ответить не менее, чем на 2 вопроса.

Раздел 6. Источники питания и преобразователи

Тема 6.1 Основные понятия об источниках питания (ИП)

Устный опрос

1. Источники питания. Классификация.
2. Основные параметры. Функциональная схема вторичного источника питания и назначение её основных блоков.
3. Выпрямители. Типы выпрямителей. Основные параметры.
4. Инверторы. Преобразователи напряжения и частоты.

Устный опрос производится во время урока. Студент должен ответить не менее, чем на 2 вопроса.

Лабораторная работа №18. Исследование мостового выпрямителя.

Цель лабораторной работы по исследованию мостового выпрямителя — анализ процессов в схемах выпрямительного диодного моста, исследование осциллограмм входного и выходного напряжения для выпрямительного моста.

Некоторые задачи работы:

1. Собрать схему для исследования работы мостового выпрямителя.
2. Зарисовать осциллограмму напряжения и занести результаты измерений в таблицу.
3. Построить внешние характеристики однополупериодного и мостового выпрямителей. 2
4. По полученным осциллограммам определить, во сколько раз величина пульсации напряжения на нагрузке (при включённом конденсаторе) в мостовом выпрямителе меньше, чем в однополупериодном.

Для выполнения работы можно воспользоваться, например, таким алгоритмом:

1. На монтажной панели собрать схему двухполупериодного выпрямителя.

2. Установить амплитуду напряжения и частоту генератора.
3. Включить осциллограф, при необходимости изменить развёртку так, чтобы на экране можно было наблюдать 1–2 периода колебаний.
4. Исследование выпрямителя без сглаживающего фильтра:
 - С помощью курсоров определить и записать в отчёт амплитуду напряжения на нагрузке, прямое и обратное напряжения на диоде.
 - Скопировать изображение передней панели осциллографа в отчёт.
 - Рассчитать среднее значение выпрямленного напряжения.
5. Исследование выпрямителя с ёмкостным фильтром:
 - Включить параллельно сопротивлению нагрузки сглаживающий конденсатор, установить минимальное значение ёмкости сглаживающего конденсатора.
 - Повторить пункты 4 и 5.
 - Определить среднее значение и амплитуду пульсаций выпрямленного напряжения.
6. Сравнить полученные результаты, выводы записать в отчёт.

Оборудование для работы: рабочая станция NI ELVIS II, резисторы, диодный мост, конденсаторы, соединительные провода. Используемые виртуальные приборы: генератор, осциллограф, анализатор спектров.

В отчёте по работе нужно указать:

- наименование и цель работы;
- схемы соединений для выполненных экспериментов;
- результаты экспериментальных исследований и проведённых по ним расчётов, помещённые в соответствующие таблицы;
- обработанные осциллограммы;
- выводы по работе.

Тема 6.2. Стабилизаторы напряжения и тока

Устный опрос

1. Классификация стабилизаторов.
2. Линейные стабилизаторы. Структурные схемы. Принцип работы.
3. Импульсные стабилизаторы напряжения. Структурные схемы. Принцип работы.
4. Основные особенности импульсных стабилизаторов.
5. Стабилизаторы напряжения и тока в интегральном исполнении.

Устный опрос производится во время урока. Студент должен ответить не менее, чем на 2 вопроса.

Лабораторная работа №19. Исследование компенсационного стабилизатора напряжения.

Цель лабораторной работы по исследованию компенсационного стабилизатора напряжения — изучение устройства, принципа действия и исследование характеристик компенсационного стабилизатора постоянного напряжения на полупроводниковых приборах.

Порядок выполнения эксперимента:

1. Подать на входные зажимы стенда напряжение от лабораторного автотрансформатора ЛАТР. Для измерения выходного напряжения подключить цифровой вольтметр.
2. Снять зависимость $U_{\text{вых}}(U_{\text{вх}})$ стабилизатора при максимальном сопротивлении нагрузки R_n (потенциометр R_n влево до упора), регулируя $U_{\text{вх}}$ от 0 до 30 В. Результаты измерений записать в таблицу.
3. Снять внешнюю характеристику стабилизатора $U_{\text{вых}}(I_{\text{вых}})$ при $U_{\text{вх}} = \text{const}$. Предварительно установить на холостом ходу $U_{\text{вых}} = 12$ В, регулируя с помощью ЛАТРа $U_{\text{вх}}$. Результаты измерений записать в таблицу. Ток нагрузки изменять с помощью потенциометра R_n .
4. По результатам измерений построить графики $U_{\text{вых}}(U_{\text{вх}})$ и $U_{\text{вых}}(I_{\text{вых}})$. На первом из них указать рабочий диапазон стабилизатора и для него определить коэффициент стабилизации.
5. Сравнить результаты расчётов предварительного задания с результатами эксперимента.
6. По внешней характеристике определить выходное сопротивление стабилизатора.

Содержание отчёта:

- цель работы;
- полная схема компенсационного стабилизатора с обозначением всех элементов и указанием токов и напряжений;
- результаты расчёта предварительного задания;
- результаты эксперимента в виде таблиц и графиков;
- расчёт коэффициента стабилизации и выходного сопротивления стабилизатора;
- сравнительный анализ результатов.

4. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Назначение

Контрольно-оценочное средство предназначено для промежуточной аттестации по учебной дисциплине ОП.05 Электронная техника оценки знаний и умений аттестуемых, а также элементов ПК и ОК.

4.2. Форма и условия аттестации

Аттестация проводится в форме устного экзамена по завершению освоения всех тем учебной дисциплины, при положительных результатах текущего контроля. К экзамену по дисциплине допускаются студенты, полностью выполнившие все лабораторные работы и практические задания по данной дисциплине.

Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации доводятся до сведения студентов не позднее, чем за месяц до окончания изучения дисциплины. На основе разработанного и объявленного обучающимся перечня теоретических вопросов и практических задач, рекомендуемых для подготовки к экзамену, составляются экзаменационные билеты, содержание которых до обучающихся не доводится. Комплект билетов по своему содержанию охватывает все основные вопросы пройденного материала по предмету. Число экзаменационных билетов разрабатывается больше числа студентов в экзаменуемой группе.

Экзамен проводится в специально подготовленных помещениях. На выполнение задания по билету студенту отводится не более 1 академического часа. В случае неточных и неполных ответов обучающего на вопросы экзаменационного билета преподаватель вправе задать дополнительные вопросы из перечня включенных в оценочное средство в форме блиц-опроса (без предварительной подготовки). Во время сдачи промежуточной аттестации в устной форме в аудитории может находиться одновременно не более 6 обучающихся.

4.3. Необходимые ресурсы

На экзамене разрешается использовать раздаточный материал по темам, плакаты.

4.4. Время проведения экзамена

На подготовку к устному ответу на экзамене студенту отводится не более 45 минут. Время устного ответа студента на экзамене составляет 15 минут.

4.5. Структура оценочного средства

Каждый экзаменационный билет включает три вопроса из разных разделов дисциплины. Первый вопрос – компьютерное тестирование, является практическим заданием, включенным в билет с целью проверки овладения студентами умением применять изученную теорию на практике.

Второй и третий вопросы носят теоретический и практический характер. При ответе студент должен опираться на явления, понятия, принцип работы элементов электронной техники, уметь анализировать схемы применения и знать их свойства. Свое понимание предмета необходимо демонстрировать

приведением схем, иллюстраций, характеристик, параметров.

Критерии оценки по дисциплине «Электронная техника»

При оценке ответа используется пятибалльная система.

Оценка «5» выставляется, если студент правильно и с обоснованием ответил на теоретический и практический вопросы, выполнил компьютерное тестирование не менее, чем на 90 процентов.

Оценка «4» выставляется, если студент правильно, но неполно ответил на теоретический и практический вопросы, допуская незначительные ошибки, и выполнил компьютерное тестирование не менее, чем на 80 процентов.

Оценка «3» выставляется, если студент недостаточно полно ответил на теоретический вопрос, ответил на практическое задание с ошибками, выполнил компьютерное тестирование не менее, чем на 70 процентов.

Оценка «2» выставляется в остальных случаях.

Экзаменационные вопросы по дисциплине «Электронная техника»

Теоретические вопросы

1. Полупроводниковые диоды. Классификация и маркировка полупроводниковых диодов. Выпрямительные диоды, Вольтамперная характеристика и основные параметры. Условное графическое обозначение, маркировка, принцип работы, применение.

2. Высокочастотные диоды. Импульсные диоды. Вольтамперная характеристика и основные параметры. Условное графическое обозначение, маркировка, принцип работы, применение.

3. Кремниевый стабилитрон. Вольтамперная характеристика и основные параметры. Условное графическое обозначение, маркировка, принцип работы, применение.

4. Варикап. Вольт-фарадная характеристика и основные параметры. Условное графическое обозначение, маркировка, принцип работы, применение. Схема включения.

5. Диод Шоттки. Вольтамперная характеристика и основные параметры. Условное графическое обозначение, маркировка, принцип работы, применение.

6. Фотодиоды. Условное графическое обозначение, маркировка, принцип работы, применение. Схема включения.

7. Светодиоды. Условное графическое обозначение, маркировка, принцип работы, применение. Схема включения.

8. Классификация биполярных транзисторов. Принцип работы биполярного транзистора. УГО. Маркировка.

9. Схема включения биполярного транзистора с ОБ. Статические характеристики, усилительные свойства, достоинства, недостатки схемы. Область применения.

10. Схема включения биполярного транзистора с ОЭ. Статические характеристики, усилительные свойства, достоинства, недостатки схемы. Область применения.

11. Схема включения биполярного транзистора с ОК. Область

применения, усилительные свойства.

12. Работа биполярного транзистора в режиме ключа. Способы повышения быстродействия ключей на биполярных транзисторах.

13. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. УГО, маркировка, характеристики, параметры, схемы включения.

14. МОП транзисторы со встроенным каналом, УГО, характеристики, параметры, схемы включения.

15. МОП транзисторы с индуцированным каналом, УГО, характеристики и параметры. Схемы включения.

16. Диодный тиристор. УГО, принцип работы, характеристики, параметры, применение, маркировка.

17. Триодный тиристор. УГО, принцип работы, характеристики, параметры, применение, маркировка.

18. Классификация усилителей. Основные технические показатели усилителей.

19. Объясните АЧХ и амплитудные характеристики усилителей. Какие параметры усилителей определяются по этим характеристикам?

20. Какие виды искажений возникают в усилителях? В каком случае возникают нелинейные искажения и каким коэффициентом они оцениваются?

21. Объясните причины линейных искажений, каким коэффициентом они определяются? Как определить полосу пропускания усилителя?

22. Виды обратных связей и влияние их на технические показатели усилителей.

23. Классы усиления усилительных каскадов. Понятие угла отсечки. Достоинства и недостатки классов А, АВ и В.

24. Предварительные каскады усиления на БТ. Применение. Схема с эмиттерной стабилизацией тока покоя, назначение элементов схемы.

25. УПТ. Определение. Схема и принцип работы дифференциального усилителя.

26. Операционный усилитель. УГО, основные характеристики и параметры ОУ, применение.

27. Объясните работу схемы интегратора на ОУ.

28. Объясните работу схемы дифференциатора на ОУ.

29. Объясните работу схемы сумматора на ОУ.

30. Объясните работу РС автогенератора на ОУ

31. ЖК-дисплей. Устройство, основные характеристики, параметры.

Приведите примеры применения.

Практические задания

1. Определить статическое и динамическое сопротивление диода по ВАХ.

2. Рассчитать параметры H_{11} и H_{12} по характеристикам транзистора КТ827А. Изобразить схему включения.

3. Рассчитать параметры H_{21} и H_{22} по характеристикам транзистора КТ827Б. Изобразить схему включения.

4. Для транзистора КТ312 построить нагрузочную прямую. Определить сопротивление в цепи коллектора, которая обеспечивает нормальный тепловой режим транзистора. Выбрать R_k по ряду Е24.

5. Для транзистора ГТ308А построить нагрузочную прямую. Определить сопротивление в цепи коллектора, которая обеспечивает нормальный тепловой режим транзистора. Выбрать R_k по ряду Е24.

6. По статическим характеристикам транзистора КТ368А определить входное сопротивление схемы. Изобразить схему включения.

7. По статическим характеристикам транзистора КТ370А определить входное сопротивление схемы. Изобразить схему включения.

8. Рассчитать коэффициент усиления по току с помощью графо-аналитического метода транзистора ГТ320А для усилителя класса А. Изобразить схему включения.

9. Рассчитать коэффициент усиления по току с помощью графо-аналитического метода транзистора КТ382А для усилителя класса А. Изобразить схему включения.

10. Рассчитать коэффициент усиления по напряжению транзистора КТ104А графо-аналитическим методом для усилителя класса А. Изобразить схему включения.

11. Рассчитать коэффициент усиления по напряжению транзистора КТ208А графо-аналитическим методом для усилителя класса А. Изобразить схему включения.

12. Рассчитать выходную мощность усилителя класса А для транзистора КТ201Б, используя графо-аналитический метод. Изобразить схему включения.

13. Рассчитать выходную мощность усилителя класса А для транзистора КТ203Б, используя графо-аналитический метод. Изобразить схему включения.

14. Определить коэффициент усиления по мощности с помощью графо-аналитического метода усилителя класса А для транзистора КТ208В.

15. Определить коэффициент усиления по мощности с помощью графо-аналитического метода усилителя класса А для транзистора КТ302В.

16. Рассчитать мощность, рассеиваемую коллектором в точке покоя, транзистора КТ306Г. Определить сопротивление R_k для нормального теплового режима транзистора.

17. Рассчитать мощность, рассеиваемую коллектором в точке покоя, транзистора КТ503А. Определить сопротивление R_k для нормального теплового режима транзистора.

18. Определить крутизну по характеристикам транзистора КП718А, изобразить схему включения с общим истоком.

19. Определить крутизну по характеристикам транзистора КП601А, изобразить схему включения с общим истоком.

20. Определить крутизну по характеристикам транзистора КП313А, изобразить схему включения с общим истоком.

21. Определить R_i по характеристикам транзистора КП312А, изобразить схему включения с общим стоком.

22. Определить R_i по характеристикам транзистора КП301Б, изобразить схему включения с общим стоком.

23. Определить R_i по характеристикам транзистора КП103К, изобразить схему включения с общим стоком.

24. Определить коэффициент усиления по напряжению транзистора

КП102Е

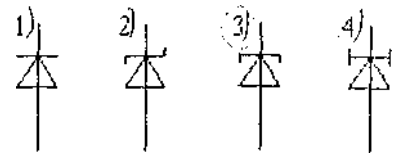
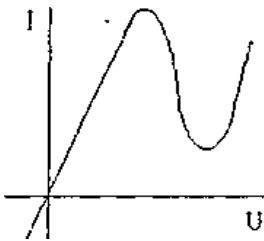
25. Построить нагрузочную прямую на характеристике транзистора КП313В, определить мощность в точке покоя, сравнить с максимальной мощностью. Изобразить схему включения с общим истоком.

26. Определите по справочной литературе основные характеристики и параметры операционного усилителя по заданию преподавателя, объясните его назначение и физический смысл параметров.

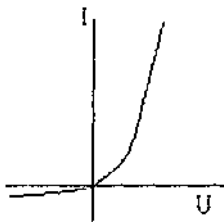
27. Рассчитать частоту собственных колебаний RC автогенератора по заданию преподавателя.

Компьютерный опрос

1. Какому диоду соответствует характеристика?

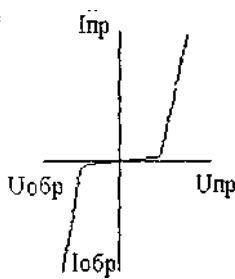


2. Какому диоду соответствует характеристика?



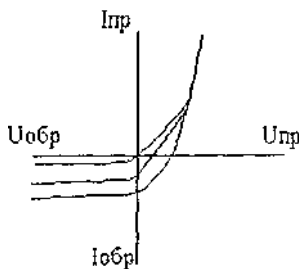
- 1) КС447А
- 2) 2А509Б
- 3) КВ109А
- 4) 2Д230А

3. Какому диоду соответствует характеристика?



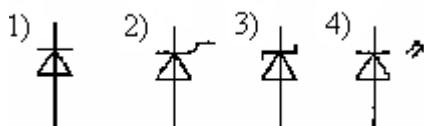
- 1) 1И102Г
- 2) КС156Б
- 3) 2Д528В
- 4) КД213А

4. Какому диоду соответствует характеристика?

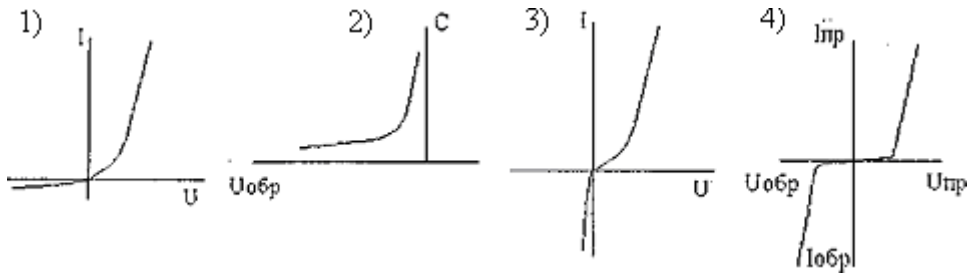


- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

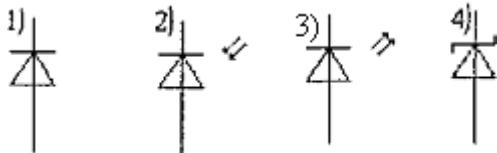
5. Какое условное обозначение соответствует КУ201А?



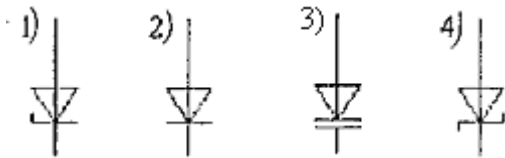
6. Какая характеристика соответствует прибору КС533А?



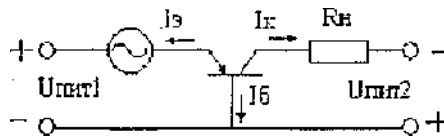
Какое условное графическое обозначение соответствует прибору АЛ107А?



7. Какое условное графическое обозначение соответствует прибору КВ122В?

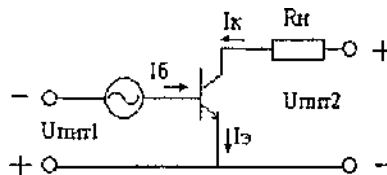


8. Найдите ответ, в котором правильно указана ошибка на схеме, название схемы и тип транзистора.



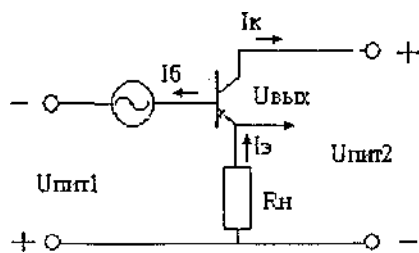
- 1) ошибка в полярности $U_{пит1}$, схема с ОБ, транзистор n-p-n;
- 2) ошибка в направлении I_b , схема с ОБ, транзистор n-p-n;
- 3) ошибка в направлении I_b , схема с ОБ, транзистор p-n-p;
- 4) ошибка в полярности $U_{пит1}$, схема с ОЭ, транзистор p-n-p.

9. Найдите ответ, в котором правильно указана ошибка на схеме, название схемы и тип транзистора.



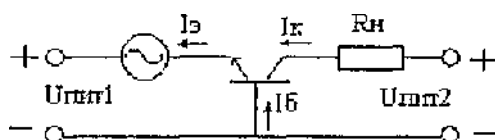
- 1) неправильно указано направление тока базы, схема с ОК, транзистор n-p-n;
- 2) неправильно указана полярность $U_{пит2}$, схема с ОЭ, транзистор p-n-p;
- 3) неправильно указана полярность $U_{пит1}$, схема с ОЭ, транзистор n-p-n;
- 4) неправильно указано направление I_k , схема с ОЭ, транзистор n-p-n.

10. Найдите ответ, в котором правильно указана ошибка на схеме, название схемы и тип транзистора.



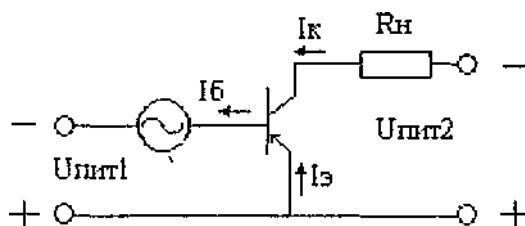
- 1) неправильно указана полярность $U_{пит1}$, схема с ОЭ, транзистор p-n-p;
- 2) неправильно указана полярность $U_{пит2}$, схема с ОК, транзистор p-n-p;
- 3) неправильно указано направление тока базы, схема с ОК, транзистор n-p-n;
- 4) неправильно указано направление тока коллектора, схемы с ОК, транзистор p-n-p.

11. Найдите ответ, в котором правильно указана ошибка на схеме, название схемы и тип транзистора.



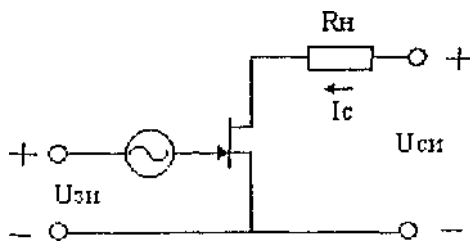
- 1) неправильно указана полярность $U_{пит2}$, схема с ОЭ, транзистор p-n-p;
- 2) неправильно указана полярность $U_{пит1}$, схема с ОБ, транзистор n-p-n;
- 3) неправильно указано направление тока базы, схема с ОБ, транзистор n-p-n;
- 4) неправильно указано направление тока коллектора, схема с ОБ, транзистор p-n-p.

12. Найдите ответ, в котором правильно указана ошибка на схеме, название схемы и тип транзистора.



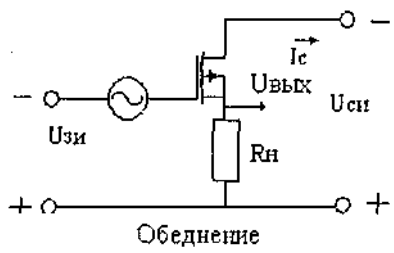
- 1) неправильно указана полярность $U_{пит2}$, схема с ОК, транзистор p-n-p;
- 2) неправильно указана полярность $U_{пит2}$, схема с ОЭ, транзистор p-n-p;
- 3) неправильно указано направление тока базы, схема с ОЭ, транзистор p-n-p;
- 4) неправильно указано направление тока коллектора, схема с ОЭ, транзистор p-n-p.

13. Найдите ответ, в котором правильно указана ошибка на схеме включения полевого транзистора.



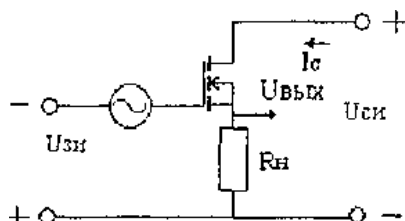
- 1) неправильно указано направление тока I_c ;
- 2) неправильно указана полярность $U_{зи}$;
- 3) неправильно указана полярность $U_{си}$;
- 4) тип канала не соответствует указанным полярностям источника питания.

14. Найдите ответ, в котором правильно указана ошибка на схеме включения полевого транзистора.



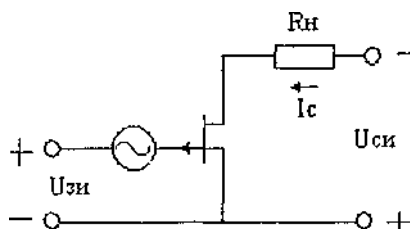
- 1) неправильно указано направление тока I_c ;
- 2) неправильно указана полярность $U_{си}$;
- 3) в схеме нет ошибок;
- 4) неправильно указана полярность $U_{зи}$.

15. Найдите ответ, в котором правильно указана ошибка на схеме включения полевого транзистора.



- 1) неправильно указано направление тока I_c ;
- 2) в схеме нет ошибок;
- 3) неправильно указана полярность $U_{зи}$;
- 4) неправильно указана полярность $U_{си}$.

16. Найдите ответ, в котором правильно указана ошибка на схеме включения полевого транзистора

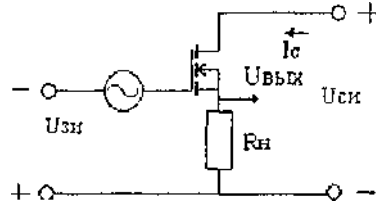


- 1) схема с ОИ, транзистор «р» каналный, в режиме обеднения, неверно указано направление I_c ;
- 2) схема с ОИ, транзистор «п» каналный, в режиме обогащения, неверно указана полярность $U_{зи}$;
- 3) схема с ОИ, транзистор «р» каналный, в режиме обеднения, неверно

указана полярность $U_{си}$;

4) схема с ОИ, транзистор «n» каналный, в режиме обеднения, неверно указано направление I_c .

17. Найдите ответ, в котором правильно указано название схемы, тип полевого транзистора и ошибка на схеме



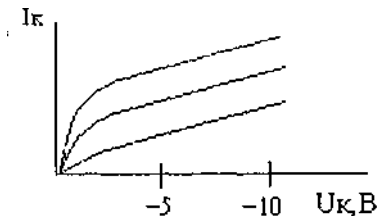
1) схема с ОИ, транзистор с индуцированным «n» каналом, неверна полярность $U_{си}$;

2) схема с ОС, транзистор с индуцированным «n» каналом, неверна полярность $U_{си}$;

3) схема с ОС, транзистор с индуцированным «n» каналом, неверна полярность $U_{зи}$;

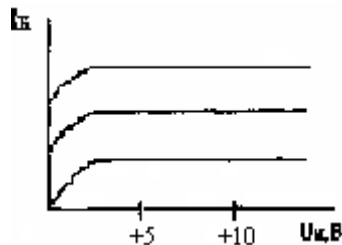
4) схема с ОИ, транзистор с индуцированным «n» каналом, неверно указано направление I_c .

18. По характеристике определить схему включения и тип проводимости биполярного транзистора



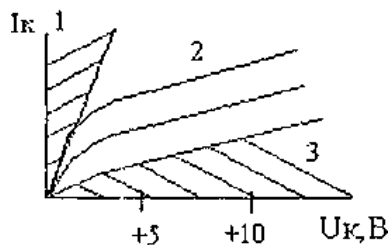
- 1) ОБ, n-p-n;
- 2) ОЭ, n-p-n;
- 3) ОБ, p-n-p;
- 4) ОЭ, p-n-p.

19. По характеристике определить схему включения и тип проводимости биполярного транзистора



- 1) ОБ, p-n-p;
- 2) ОЭ, p-n-p;
- 3) ОБ, n-p-n;
- 4) ОЭ, n-p-n.

20. Найдите правильный ответ. В области 2 транзистор включен по схеме:

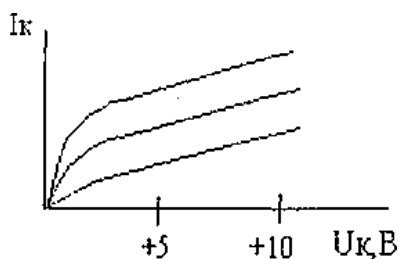


- 1) ОЭ, p-n-p, U_k прямо, $U_э$ обратно;
- 2) ОЭ, n-p-n, U_k обратно, $U_э$ прямо;

3) ОБ, p-n-p, U_k обратно, $U_э$ прямо.

4) ОЭ, p-n-p, U_k обратно, $U_э$ прямо.

21. По характеристике определите схему включения и тип проводимости биполярного транзистора



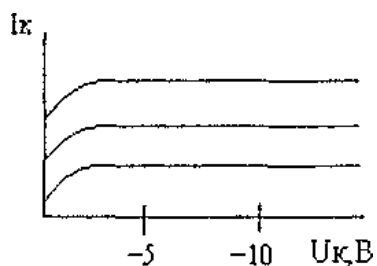
1) ОБ, p-n-p;

2) ОЭ, n-p-n;

3) ОБ, n-p-n;

4) ОЭ, p-n-p.

22. По характеристике определите схему включения и тип проводимости биполярного транзистора



1) ОБ, n-p-n;

2) ОЭ, n-p-n;

3) ОБ, p-n-p;

4) ОЭ, p-n-p.

23. Какой физический смысл параметра $h_{11э}$?

- 1) входное сопротивление схемы с ОБ;
- 2) входная проводимость схемы с ОЭ;
- 3) коэффициент паразитной связи по напряжению;
- 4) входное сопротивление схемы с ОЭ.

24. Какой физический смысл параметра $h_{21э}$?

- 1) коэффициент обратной паразитной связи по напряжению;
- 2) коэффициент передачи тока эмиттера;
- 3) коэффициент усиления тока базы;
- 4) выходная проводимость схемы с ОЭ.

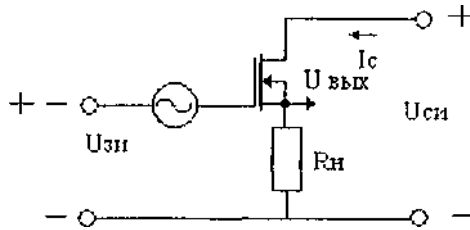
25. Какой физический смысл $h_{12э}$?

- 1) коэффициент обратной паразитной связи по току в схеме ОБ;
- 2) коэффициент обратной паразитной связи по току в схеме ОЭ;
- 3) коэффициент обратной паразитной связи по напряжению в схеме с ОЭ;
- 4) коэффициент обратной паразитной связи по напряжению в схеме с ОБ.

26. Каков физический смысл параметра $h_{22э}$?

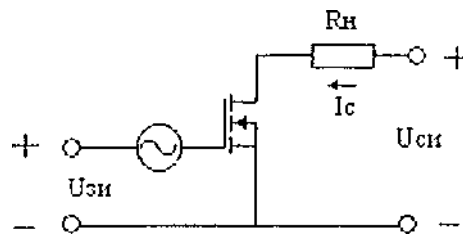
- 1) выходная проводимость в схеме с ОЭ;
- 2) выходная проводимость в схеме с ОБ;
- 3) входная проводимость в схеме с ОЭ;
- 4) входная проводимость в схеме с ОБ.

27. Найдите полный и правильный ответ. Схема:



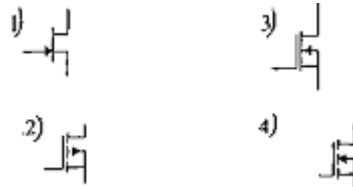
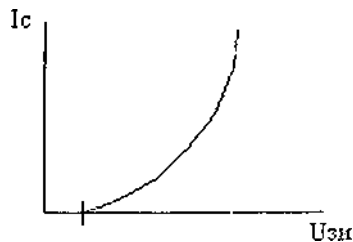
- 1) схема включения с ОИ, МОП транзистор с индуцированным «п» каналом;
- 2) схема с ОС, МОП транзистор со встроенным «р» каналом;
- 3) схема с ОС, МОП транзистор со встроенным «п» каналом;
- 4) схема с ОИ, полевой транзистор с управляющим P-N переходом, n-каналом.

28. Найдите полный и правильный ответ.

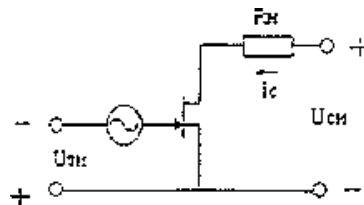


- 1) схема с ОС, МОП транзистор со встроенным «р» каналом;
- 2) схема с ОИ, МОП транзистор со встроенным «р» каналом;
- 3) схема с ОИ, МОП транзистор с индуцированным «п» каналом;
- 4) схема с ОС, МОП транзистор с индуцированным «р» каналом.

29. Какому полевому транзистору соответствует характеристика?



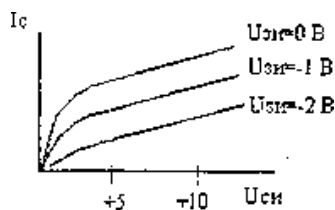
30. Найдите наиболее полный и правильный ответ. Схема:



- 1) схема с ОИ, полевой транзистор, работающий в режиме обогащения, p-канал;
- 2) схема с ОС, полевой транзистор, работающий в режиме обеднения, n-канал;
- 3) схема с ОИ, полевой транзистор, работающий в режиме обеднения, p-канал;

4) схема с ОС, полевой транзистор, работающий в режиме обогащения, р-канал.

31. Найдите полный и правильный ответ



- 1) стоко-затворная характеристика полевого транзистора с управляющим р-п переходом, р-каналом;
- 2) стоковая характеристика полевого транзистора с управляющим переходом р-п, п-канального;
- 3) стоковая характеристика полевого МОП транзистора с индуцированным п-каналом;
- 4) стоковая характеристика полевого МОП транзистора с индуцированным каналом.

32. Достоинства схемы с общей базой:

- 1) малое входное сопротивление;
- 2) усиливает по току;
- 3) усиливает по напряжению;
- 4) хорошие температурные свойства;
- 5) плохие температурные свойства;

33. Недостатки схемы с общей базой:

- 1) малое входное сопротивление;
- 2) не усиливает по току;
- 3) не усиливает по напряжению;
- 4) плохие температурные свойства;

34. Достоинства схемы с общим эмиттером:

- 1) входное сопротивление больше, чем в схеме с ОБ;
- 2) усиливает по напряжению;
- 3) хорошие температурные свойства;
- 4) хорошие частотные свойства;
- 5) плохие частотные свойства.

35. Недостатки схемы с общим эмиттером:

- 1) входное сопротивление меньше, чем в схеме с ОБ;
- 2) входное сопротивление больше, чем в схеме с ОБ;
- 3) плохие температурные свойства;
- 4) хорошие частотные свойства;
- 5) плохие частотные свойства.

36. Решить задачу

Один каскад усилителя усиливает на 5 дБ, второй на 10 дБ, общий коэффициент усиления равен:

1. 30 дБ
2. 15 дБ
3. 13 дБ
4. 50 дБ

37. Решить задачу

Один каскад усилителя усиливает в 3 раз, второй в 15 раз, общий коэффициент усиления равен:

1. 30
1. 45
2. 37
3. 50 дБ