

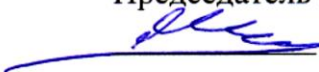
Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 20.05.2024 10:45:23
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТОМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Председатель КСН

 О.Н. Кузяков

« 06 » 07 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: **Электроника**

направление подготовки: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

направленность (профиль): **Автоматизированные системы обработки информации и управления**

форма обучения: **очная, заочная**

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 22. 04.2019 г. и требованиями ОПОП по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) -Автоматизированные системы обработки информации и управления, к результатам освоения дисциплины

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры кибернетических систем
Протокол № __16__ от «_6_» ____07____ 2019 г.

Заведующий кафедрой  О.Н. Кузяков

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий выпускающей кафедрой  О.Н. Кузяков

«_6_» ____07____ 2019 г.

Рабочую программу разработал:

А.А. Решетов, доцент кафедры КС, к.т.н.



1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины. Дисциплина «Электроника» имеет своей целью ввести студентов в сферу основных понятий и определений предмета, показать роль и место электронных устройств в средствах вычислительной техники, формирование знаний по принципам построения, работы и применения современной элементной базы дискретной и интегральной электроники, основам схемотехники электронных устройств, методам их проектирования и анализа, а также навыков, необходимых для профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины. Задачей изучения дисциплины является овладение студентами:

- принципами работы современной элементной базы и схемотехникой типовых электронных устройств на их основе;
- моделями электронных элементов и их применением;
- основными методами проектирования различных электронных устройств, навыками самостоятельной работы с литературой научно-технического направления в области разработки и проектирования средств измерения и автоматики;
- знаниями, необходимыми для изучения последующих технических дисциплин.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины/модуля являются:

- знание законов физики и электротехники,
- умения выполнять расчёты электротехнических задач,
- владение методами расчётов сложных схем.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Физика» и «Электротехника» и служит основой для освоения дисциплин: «Цифровая схемотехника», «Вычислительные системы», «Проектирование автоматизированных информационных систем».

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: ОПК-1.31-основы высшей математики, физики, экологии, инженерной графики, информатики и программирования.	Знать: 31 – Предмет и задачи курса. История развития и становления электроники. Общие понятия, термины и определения.
	Уметь: ОПК-1.У1-решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования.	Уметь: У1- Объяснять физические процессы в полупроводниках. Процессы в электронно-дырочном переходе (ЭДП).
	Владеть: ОПК-1.В1-методами теоретического и экспериментального	Владеть: В1 - Вычислительными методами в

	исследования объектов профессиональной деятельности.	инженерных задачах электроники
ОПК-7. Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов	Знать: ОПК-7.39-методы настройки, наладки программно-аппаратных комплексов	Знать: 32 – Элементную базу, условно-графическое обозначение элементов.
	Уметь: ОПК-7.У8 -анализировать техническую документацию, ОПК-7.У9-производить настройку, наладку и тестирование программно-аппаратных комплексов	Уметь: У2-Использовать средства измерительной техники и приборы
	Владеть: ОПК-7.В7-способами проверки работоспособности программно-аппаратных комплексов	Владеть: В2-Приёмами производства электрических измерений
ОПК-9. Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	Знать: ОПК-9.313-методики использования программных средств для решения практических задач	Знать: 33-Программы: Multisim, EWB pro5, PSpice
	Уметь: ОПК-9.У14-анализировать техническую документацию по использованию программного средства, ОПК-9.У15-выбирать необходимые функции программных средств для решения конкретной задачи, ОПК-9.У16-готовить исходные данные, ОПК-9.У17-тестировать программное средство	Уметь: У3-Применять программы Multisim, EWB pro5, PSpice
	Владеть: ОПК-9.В10-способами описания методики использования программного средства для решения конкретной задачи в виде документа или видеоролика	Владеть: В3-методиками применения программ Multisim, EWB pro5, PSpice

4.Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	2/4	34	-	17	57	зачёт
заочная	2/4	8	-	6	94	зачёт

5.Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение.	2	-	-	6	8	ОПК-1.31 ОПК-1.У1 ОПК-1.В1 ОПК-7.39 ОПК-7.У8 ОПК-7.У9 ОПК-7.В7 ОПК-9.313 ОПК-9.У14 ОПК-9.У15 ОПК-9.У16 ОПК-9.У17 ОПК-9.В10	Опрос
2	2	Полупроводниковые элементы электронных схем.	14	-	4	8	26		Отчёт. Письменная работа.
3	3	Усилители. Обратная связь в усилителях.	8	-	6	9	23		Отчёт. Письменная работа.
4	4	Специальные схемы усилителей.	4	-	-	9	13		Отчёт. Письменная работа.
5	5	Усилители мощности.	2	-	-	9	11		Отчёт. Письменная работа.
6	6	Автогенераторы.	2	-	4	8	14		Отчёт. Письменная работа.
7	7	Источники вторичного электропитания.	2	-	3	8	13		Отчёт. Письменная работа.
8	Зачет		-	-	-	-	-		
Итого:			34	-	17	57	108		

заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	2	Полупроводниковые элементы электронных схем.	4	-	-	19	23	ОПК-1.31 ОПК-1.У1 ОПК-1.В1 ОПК-7.39 ОПК-7.У8 ОПК-7.У9 ОПК-7.В7 ОПК-9.313 ОПК-9.У14 ОПК-9.У15 ОПК-9.У16 ОПК-9.У17 ОПК-9.В10	Отчёт. Письменная работа.
2	3	Усилители. Обратная связь в усилителях.	2	-	4	19	25		Отчёт. Письменная работа.
3	4	Специальные схемы усилителей.	-	-	-	13	13		Отчёт. Письменная работа.
4	5	Усилители мощности.	-	-	-	13	13		Отчёт. Письменная работа.
5	6	Автогенераторы.	-	-	-	13	13		Отчёт. Письменная работа.
6	7	Источники вторичного электропитания.	2	-	2	13	17		Отчёт. Письменная работа.
8	Зачет		-	-	-	4	4		
Итого:			8		6	94	108		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Введение». Введение. Предмет и задачи курса. История развития и становления электроники. Общие понятия, термины и определения.

Раздел 2. «Полупроводниковые элементы электронных схем». Физические процессы в полупроводниках. Полупроводники типа «р» и «n». Процессы в электронно-дырочном переходе (ЭДП). Потенциальный барьерный слой «p-n» - перехода. Вольт-амперная характеристика ЭДП, типы пробоев. Полупроводниковый диод, вольт-амперная характеристика диода. Паразитные емкости (барьерная, диффузионная) диода. Схема замещения диода. Типы диодов (выпрямительные, импульсные, варикапы, стабилитроны, туннельные, диоды Шотки). Применение полупроводниковых диодов. Биполярные транзисторы (БТ), конструкция, принцип действия. Биполярные транзисторы «р-п-р» и «n-р-n» типа. Свойства транзисторов. Схемы включения БТ (с общей базой «ОБ», с общим эмиттером «ОЭ», с общим коллектором «ОК»), режимы работы. Входные и выходные ВАХ БТ. Эквивалентные схемы замещения БТ, h - параметры, физические параметры (γ_{α} , γ_{β} , γ_{κ}). Частотные свойства БТ. Графоаналитический метод анализа рабочего режима БТ. Динамический режим работы транзистора. Полевые транзисторы (ПТ), устройство, основные виды (с управляющим p-n - переходом, с изолированным затвором). Статические характеристики и основные параметры ПТ. Силовые транзисторы и силовые модули. Биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT). SIT - транзистор. Тиристоры, структура и основные виды. Физические процессы в динисторах и тринисторах. Характеристики и схемы включения тиристоров. Принципы управления. Симметричные тиристоры (симисторы). Полностью управляемые тиристоры (GTO). Оптоэлектронные приборы. Источники и приемники оптического излучения. Светоизлучающие диоды и матрицы. Инжекционные лазеры. Приемники оптического излучения. Фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры. Оптроны.

Раздел 3. «Обратная связь в усилителях». Классификация, назначение, основные характеристики и параметры усилителей. Основные определения и способы введения обратной связи (ОС) в усилителях. Влияние ОС на коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления. Коррекция частотных и нелинейных искажений посредством ОС. Принцип построения усилителей переменного тока. Расчет усилительного каскада по постоянному току, методы обеспечения расчетного значения и стабилизации рабочей точки. Схема усилительного каскада с «ОЭ». Анализ работы усилителя по переменному току. Качественные показатели усилительного каскада. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) усилителя. Фазо-частотная характеристика (ФЧХ) усилителя. Влияние параметров элементов усилительного каскада на ход АЧХ и ФЧХ. Построение и анализ схем усилительных каскадов с ОБ и ОК. Сравнительный анализ схем усилителей на БТ. Особенности построения усилителей на ПТ. Построение и анализ схем усилительных каскадов с общим истоком (ОИ) и общим стоком (ОС).

Раздел 4. «Специальные схемы усилителей». Усилители постоянного тока. Дифференциальные усилители (ДУ). Схемы включения (ДУ). Интегральные операционные усилители (ОУ). Особенности и основные параметры (ОУ). Схемотехника аналоговых устройств (звеньев) на ОУ. Применение ОУ для сложения, вычитания, интегрирования, дифференцирования аналоговых сигналов. Функциональные возможности схем на основе ОУ. Активные фильтры и избирательные усилители на ОУ. Компараторы аналоговых сигналов.

Раздел 5. «Усилители мощности». Усилители мощности (УМ). Классы работы усилителей (А, АВ, В, С, D). Однотактные и двухтактные УМ с трансформаторным выходом. Бестрансформаторные УМ.

Раздел 6. «Автогенераторы». Назначение и условия самовозбуждения автогенераторов. Уравнения баланса фаз и амплитуд. Типы автогенераторов (RC , LC , трансформаторные, кварцевые, блокинг-генераторы). Схемы LC - автогенераторов (индуктивная трехточка, емкостная трехточка), условия баланса фаз и амплитуд. Схемы RC - автогенераторов (Γ -образные RC звенья, мост Вина, двойной T -образный мост). Стабилизация амплитуды и частоты автогенераторов. Кварцевые генераторы, принципиальные схемы, технические особенности (стабильность частоты). Генераторы сигналов прямоугольной и треугольной формы.

Раздел 7. «Источники вторичного электропитания». Структурная схема источника вторичного электропитания (ИВЭП). Выпрямители (однофазные, трехфазные, однополупериодные, двухполупериодные). Параметры выпрямительных устройств. Сравнительный анализ схем выпрямления. Сглаживающие фильтры (Г-образные, П-образные, Т-образные, полосовые, режекторные). Параметры фильтров. Стабилизаторы напряжения (параметрические, компенсационные, интегральные, широтно-импульсные). Преобразователи напряжения (инверторы, конверторы).

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Предмет и задачи курса. История развития и становления электроники. Общие понятия, термины и определения.
2	2	2	-	-	Физические процессы в полупроводниках. Полупроводники типа «р» и «n». Процессы в электронно-дырочном переходе (ЭДП). Потенциальный барьерный слой «p-n» - перехода. Вольт-амперная характеристика ЭДП, типы пробоев.
3	2	2	2	-	Полупроводниковый диод, вольт-амперная характеристика диода. Паразитные емкости (барьерная, диффузионная) диода. Схема замещения диода. Типы диодов (выпрямительные, импульсные, варикапы, стабилитроны, туннельные, диоды Шотки). Применение полупроводниковых диодов.
4	2	2	-	-	Биполярные транзисторы (БТ), конструкция, принцип действия. Биполярные транзисторы «р-п-р» и «n-р-n» типа. Свойства транзисторов.
5	2	2	2	-	Схемы включения БТ (с общей базой «ОБ», с общим эмиттером «ОЭ», с общим коллектором «ОК»), режимы работы. Входные и выходные ВАХ БТ. Эквивалентные схемы замещения БТ, h -параметры, физические параметры ($\Gamma_э$, $\Gamma_б$, $\Gamma_к$). Частотные свойства БТ. Графоаналитический метод анализа рабочего режима БТ. Динамический режим работы транзистора.
6	2	2	-	-	Полевые транзисторы (ПТ), устройство, основные виды (с управляющим p-n - переходом, с изолированным затвором). Статические характеристики и основные параметры ПТ. Силовые транзисторы и силовые модули. Биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT). SIT - транзистор.
7	2	2	-	-	Тиристоры, структура и основные виды. Физические процессы в динисторах и тринисторах. Характеристики и схемы включения тиристоров. Принципы управления. Симметричные тиристоры (симисторы). Полностью управляемые тиристоры (GTO).

8	2	2	-	-	Оптоэлектронные приборы. Источники и приемники оптического излучения. Светоизлучающие диоды и матрицы. Инжекционные лазеры. Приемники оптического излучения. Фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры. Оптроны.
9	3	2	-	-	Классификация, назначение, основные характеристики и параметры усилителей. Основные определения и способы введения обратной связи (ОС) в усилителях. Влияние ОС на коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление. Коррекция частотных и нелинейных искажений посредством ОС.
10	3	2	-	-	Принцип построения усилителей переменного тока. Расчет усилительного каскада по постоянному току, методы обеспечения расчетного значения и стабилизации рабочей точки. Схема усилительного каскада с «ОЭ». Анализ работы усилителя по переменному току.
11	3	2	2	-	Качественные показатели усилительного каскада. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) усилителя. Фазо-частотная характеристика (ФЧХ) усилителя. Влияние параметров элементов усилительного каскада на ход АЧХ и ФЧХ.
12	3	2	-	-	Построение и анализ схем усилительных каскадов с ОБ и ОК. Сравнительный анализ схем усилителей на БТ. Особенности построения усилителей на ПТ. Построение и анализ схем усилительных каскадов с общим истоком (ОИ) и общим стоком (ОС).
13	4	2	-	-	Усилители постоянного тока. Дифференциальные усилители (ДУ). Схемы включения (ДУ). Интегральные операционные усилители (ОУ). Особенности и основные параметры (ОУ).
14	4	2	-	-	Схемотехника аналоговых устройств (звеньев) на ОУ. Применение ОУ для сложения, вычитания, интегрирования, дифференцирования аналоговых сигналов. Функциональные возможности схем на основе ОУ. Активные фильтры и избирательные усилители на ОУ. Компараторы аналоговых сигналов.
15	5	2	-	-	Усилители мощности (УМ). Классы работы усилителей (А, АВ, В, С, D). Однотактные и двухтактные УМ с трансформаторным выходом. Безтрансформаторные УМ.
16	6	2	-	-	Назначение и условия самовозбуждения автогенераторов. Уравнения баланса фаз и амплитуд. Типы автогенераторов (RC , LC , трансформаторные, кварцевые, блокинг-генераторы). Схемы LC - автогенераторов (индуктивная трехточка, емкостная трехточка), условия баланса фаз и амплитуд. Схемы RC - автогенераторов (Γ -образные RC звенья, мост Вина, двойной Т-образный мост).

17	7	2	2	-	Структурная схема источника вторичного электропитания (ИВЭП). Выпрямители (однофазные, трехфазные, однополупериодные, двухполупериодные). Стабилизаторы напряжения (параметрические, компенсационные, интегральные, широтно-импульсные). Преобразователи напряжения (инверторы, конверторы).
Итого:		34	8	-	

Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	2	2	-	-	Исследование полупроводникового диода и стабилитрона.
2	2	2	-	-	Входные и выходные характеристики БТ.
3	3	2	2	-	Исследование однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе с RC-связями.
4	3	4	2	-	Исследование усилителя с ООС.
5	6	4	-	-	Исследование автогенератора.
6	7	3	2	-	Исследование выпрямителей и фильтров.
Итого:		17	6	-	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОФО		
1	1	6		-	Предмет и задачи курса. История развития и становления электроники. Общие понятия, термины и определения.	Написание реферата.
2	2	8	19	-	Полупроводниковые элементы электронных схем.	Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов.
3	3	9	19	-	Усилители. Обратная связь усилителей.	Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов.
4	4	9	13	-	Специальные схемы усилителей.	Написание реферата.
5	5	9	13	-	Усилители мощности.	Написание реферата.
6	6	8	13	-	Автогенераторы.	Подготовка к лабораторным работам. Оформление

						отчётов.
7	7	8	13	-	Источники вторичного электропитания.	Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчётов.
	Зачет	-	4			
	Итого:	57	94	-		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (лабораторные работы).

6. Тематика курсовых работ

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

7. Контрольные работы

7.1. Методические указания для выполнения контрольных работ.

Цель выполнения контрольной работы

-закрепление у обучающихся теоретических знаний и приобретение практических навыков оценивания качества информационной системы.

Контрольная работа состоит из расчетно-пояснительной записки и иллюстрационно-графического материала-чертежей стандартных листов (А4).

Исходными данными для выполнения работы являются:

- техническое задание;
- описание информационной системы;
- международные и российские стандарты.

Выполнение контрольной работы обучающийся должен начинать с изучения задания, методических указаний к ее выполнению и курса лекционных и практических занятий. По требованию руководителя следует собрать и изучить рекомендуемую литературу, выполнить патентный и тематический поиск информации, в том числе через информационно-телекоммуникационные сети общего доступа.

Трудоемкость выполнения контрольной работы –10 часов.

В ходе выполнения контрольной работы необходимо:

1. Рассчитать выходную мощность усилителя.
2. Составить структурную схему.
3. Задать распределение искажений по каскадам.
4. Выбрать напряжение источника электропитания.
5. Выбрать транзисторы.

Основные технические характеристики усилителя

Технические показатели усилителя представляют собой количественную оценку его свойств. К техническим показателям относятся :

- 1) входное сопротивление $Z_{вх}$. Чаще всего $Z_{вх}$ носит емкостной характер;
- 2) выходное сопротивление $Z_{вых}$. Чаще всего $Z_{вых}$ носит так же емкостной характер;

3) коэффициенты передачи:

по напряжению \dot{K}_U или просто K :

$$K = \frac{\dot{U}_{вых}}{\dot{U}_{вх}} = |K| \exp(j\varphi)$$

где φ - фазовый сдвиг между входным и выходным сигналами.

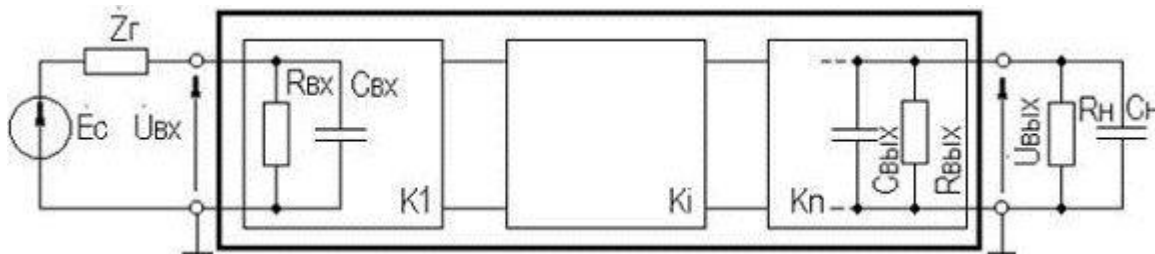


Рисунок 1.1. Структурная схема усилителя

Значение $|K|$ на средних частотах рабочего диапазона УУ, обозначаемого как K_0 , называют коэффициентом усиления.

В логарифмических единицах:

$$K_0, dB = 20 \lg K_0.$$

Для n -каскадных УУ (каскады включены последовательно):

$$K_{\Sigma} = K_1 * K_2 * \dots * K_n,$$

$$K_{\Sigma}, dB = K_1, dB + K_2, dB + \dots + K_n, dB;$$

по току \dot{K}_I :

$$\dot{K}_I = \dot{I}_{вых} / \dot{I}_{вх} = |K_I| \exp(j\varphi)$$

Для n -каскадных усилителей $K_I \Sigma$ в относительных и логарифмических единицах определяются аналогично K_{Σ} .

по мощности K_P :

$$K_P = P_{вых} / P_{вх}.$$

Для n -каскадных усилителей $K_P \Sigma$ в относительных и логарифмических единицах определяются аналогично K_{Σ} , только

$$K_P, dB = 20 \lg K_P.$$

сквозные коэффициенты, например, сквозной коэффициент передачи по напряжению \dot{K}_E : где E_c - ЭДС источника сигнала.

4) коэффициент полезного действия:

$$КПД = P_{ном} / P_0,$$

где $P_{ном}$ - максимальная выходная мощность усилителя; P_0 - мощность, потребляемая от источника питания.

7.2. Тематика контрольных работ.

Контрольная работа «Усилитель с RC связями»

Программа работы

1. Предварительные расчеты. Анализ технического задания.
2. Выбор и обоснование структурной схемы усилителя.
3. Выбор и обоснование принципиальной схемы устройства.
4. Выводы.
5. Список используемой литературы.

Исходные данные к контрольной работе

№ вар.	Eг, В	Rг, Ом	Uвых, В	Rн, Ом	Cн, пФ	Fн Гц	Fв, кГц	Mн, Дб	Mв, Дб	Tос, °с
1	0,1	1000	3	2000	50	30,0	40,0	3,0	3,0	50
2	0,05	250	1,5	500	40	20,0	20,0	2,0	1,2	20
3	0,1	5	5	2500	100	25,0	6,0	1,7	1,5	60
4	0,1	20	7,5	5000	50	500,0	50,0	2,0	2,0	50
5	0,02	50	3	750	40	100,0	10,0	2,0	2,0	50
6	0,	100	8	1000	55	30,0	30,0	3,0	2,0	25
7	0,01	2	1	240	50	20,0	15,0	2,0	3,0	50
8	0,01	70	2,5	500	40	50,0	50,0	3,0	3,0	40
9	0,01	120	1	240	200	40,0	40,0	2,0	1,5	60
10	0,2	7	9	600	40	25,0	10,0	1,4	2,0	50
11	0,2	200	12	2500	100	60,0	16,0	3,0	3,0	30
12	0,2	500	5	800	50	30,0	5,0	1,5	1,2	40
13	0,05	1000	2,5	200	40	80,0	30,0	3,0	2,0	60
14	0,05	200	3	300	55	20,0	20,0	1,6	3,0	50
15	0,05	110	8	500	150	30,0	30,0	2,0	3,0	30
16	0,15	4000	4	1200	40	12,0	40,0	3,0	3,0	40
17	0,15	800	2	100	50	50,0	50,0	2,0	2,0	50
18	0,15	300	6	250	30	18,0	18,0	1,5	1,2	60
19	0,005	50	5	1000	40	15,0	20,0	3,0	3,0	25
20	0,005	250	5	400	80	20,0	30,0	1,2	1,2	40
21	0,5	15000	7	180	50	10,0	100,0	3,0	3,0	60
22	0,03	600	3	300	20	120,0	50,0	2,0	1,8	30
23	0,02	40	8	2000	40	20,0	10,0	1,2	1,4	50
24	0,08	150	1	1000	30	16,0	15,0	1,6	1,6	25
25	0,08	0	5	250	50	30,0	80,0	1,0	1,2	40

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Письменная контрольная	10
2	Лабораторная работа №1	10
3	Лабораторная работа №2	10
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	30
2 текущая аттестация		
4	Письменная контрольная	10
5	Лабораторная работа №3	10
6	Лабораторная работа №4	10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
7	Письменная контрольная	10
8	Лабораторная работа №5	10
9	Лабораторная работа №6	10
10	Работа на лекциях.	10
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	ВСЕГО	100

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	Контрольная работа	30
2	Письменный опрос №1	20
3	Письменный опрос №2	20
4	Лабораторная работа №3	10
5	Лабораторная работа №4	10
6	Лабораторная работа №6	10
	ВСЕГО	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины/модуля

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронный каталог библиотечно-издательского комплекса ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru>

2. Научная электронная библиотека eLibrary.ru [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

3. Полнотекстовая БД ТИУ [электронный ресурс]. URL: <http://elib.tsogu.ru>

4. ЭБС издательства «Лань» [электронный ресурс]. URL: <http://e.lanbook.com>

5. Система поддержки дистанционного обучения [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://educon.tyuiu.ru>

6. Электронный каталог библиотечно-издательского комплекса ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru>

7. Единый портал тестирования в сфере образования [электронный ресурс]. URL:<http://www.i-exam.ru>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства :

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70, Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.	Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья. Моноблок - 1 шт., проектор - 1 шт., документ-камера - 1 шт., акустическая система (колонки) - 4 шт., проекционный экран - 1 шт., телевизор - 2 шт., микрофон - 1 шт. Программное обеспечение: Microsoft Windows (Договор №5378-19 от 02.09.2019 до 01.09.2020), Microsoft Office Professional Plus (Договор №5378-19 от 02.09.2019 до 01.09.2020).
2	625027, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д. 38, ауд. 502. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная лаборатория.	Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Лабораторный стенд по радиоэлектронике «Unitron-003», «ЛУЧ-2» (7 шт.); Компьютер в комплекте (7 шт.). Программное обеспечение: Microsoft Windows (Договор №5378-19 от 02.09.2019 до 01.09.2020), Microsoft Office Professional Plus (Договор №5378-19 от 02.09.2019 до 01.09.2020)
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.	Оснащенность: Учебные столы, стулья. Доска меловая. Компьютер в комплекте -5 шт. Программное обеспечение: Microsoft Windows (Договор №5378-19 от 02.09.2019 до 01.09.2020), Microsoft Office Professional Plus (Договор №5378-19 от 02.09.2019 до 01.09.2020)

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Лабораторная работа №1

«Изучение работы полупроводникового диода и его вольт-амперных характеристик»

1 Цель работы: Изучить особенности конструкции полупроводникового диода, его вольт-амперные характеристики (ВАХ), схемы включения диода в прямом и обратном направлении, основные рабочие соотношения.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Загрузить рабочую схему (файл: Diод из папки «Рабочий стол/Электроника ЛР/Диод»), представленную на рисунке 2.1.

2.2 Используемый в схеме диод заменить на любой, выбранный из базы данных. Основные параметры выбранного диода можно оценить на вкладке «Detail Report...» базы данных основного меню «Select Component».

2.3 Активировать программу (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемой с целью построения прямой ветви ВАХ диода, ($I_D = f(U_D)$).

2.4 Результаты измерений занести в таблицу 2.1, созданную в табличном редакторе «Excel».

Таблица 2.1

Результаты эксперимента для построения прямой ветви ВАХ диода

$U_D, В$	$I_D, мА$	$R_D, Ом$	$r_d, Ом$
----------	-----------	-----------	-----------

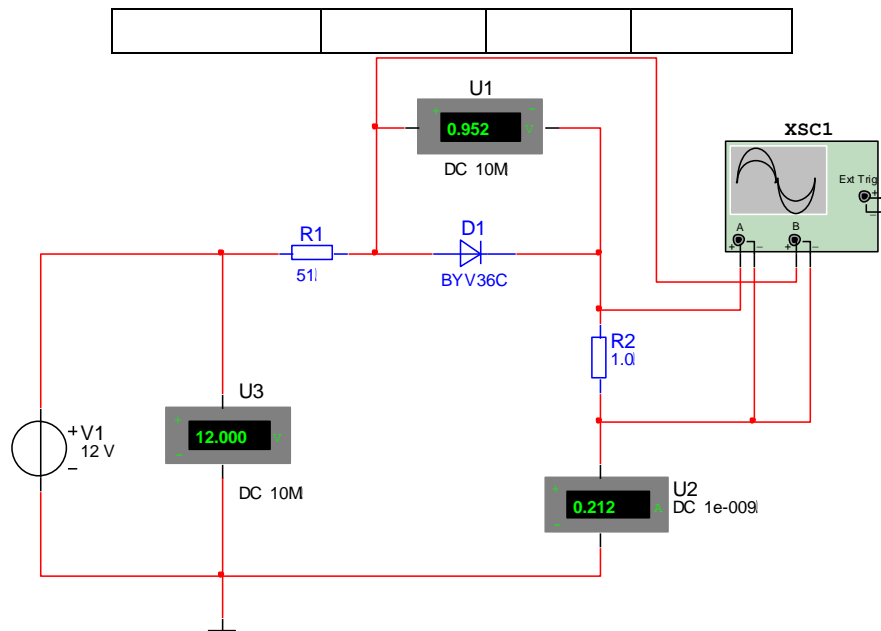


Рисунок 2.1 – Принципиальная схема для исследования ВАХ полупроводникового диода

R_D)

и динамическое (r_D) сопротивления диода в прямом включении. Сопротивления R_D и r_D рассчитать в трех точках прямой ветви ВАХ диода: $I_D = 0,1 \cdot I_{D_max}$, $I_D = 0,5 \cdot I_{D_max}$, $I_D = I_{D_max}$.

2.7 Заменить в принципиальной схеме полярность входного источника напряжения и снять ВАХ диода при обратном смещении ($I_D = f(-U_D)$). Результаты занести в таблицу 2.1, созданную в табличном редакторе «Excel».

2.8 По результатам измерений и графических построений определить статическое (R_D) и динамическое (r_D) сопротивления диода в обратном включении. Сопротивления R_D и r_D рассчитать в трех точках обратной ветви ВАХ: $U_D = 0,01 \cdot U_{D_max}$, $U_D = 0,5 \cdot U_{D_max}$, $U_D = 1,2 \cdot U_{D_max}$.

2.9 Заменить в принципиальной схеме входной источник постоянного напряжения на источник переменного напряжения. С помощью осциллографа зафиксировать осциллограммы напряжения U_D и тока I_D . Полученные графики скопировать в отчет.

2.10 Оформить отчет в текстовом редакторе «Microsoft Word», куда включить:

- название работы;
- ФИО и группу студента ;
- цель работы;
- принципиальные рабочие схемы;
- таблицы с экспериментальными и расчетными данными;
- графический материал;
- выводы по каждому разделу работы и итоговые.

3 Контрольные вопросы

3.1 Дать определение термину «полупроводниковый диод».

3.2 Вольт-амперные характеристики полупроводникового диода.

3.3 Основная проводимость полупроводника.

3.4 Примесная проводимость полупроводника.

3.5 Принцип работы полупроводникового p - n - перехода.

3.6 Процессы, происходящие при подключении диода к источнику напряжения в прямом направлении.

3.7 Процессы, происходящие при подключении диода к источнику напряжения в обратном направлении.

3.8 Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода.

- 3.9 Типы полупроводниковых диодов.
- 3.10 Статическое и динамическое сопротивления диода.
- 3.11 Электрическая емкость полупроводникового диода.
- 3.12 Область использования полупроводниковых диодов.
- 3.13 Конструктивные особенности и принцип работы стабилитронов и стабилиторов.
- 3.14 Конструктивные особенности и принцип работы диодов Шоттки.
- 3.15 Конструктивные особенности и принцип работы излучающих диодов и фотодиодов.

Лабораторная работа №2

«Исследование работы стабилитрона и параметрического стабилизатора»

1 Цель работы: Изучить особенности работы стабилитронов и параметрических стабилизаторов, их конструкцию, достоинства и недостатки, критерии оценки основных параметров работы.

2 Задание на лабораторную работу

Для выполнения лабораторной работы необходимо с помощью виртуального комплекта исследовать работу полупроводникового стабилитрона и параметрического стабилизатора, собранного на его основе.

В ходе выполнения задания требуется построить рабочую ветвь ВАХ выбранного стабилитрона, с учетом выбранной нагрузки рассчитать балластное сопротивление параметрического стабилизатора, оценить влияние конструктивных элементов на параметры выходного напряжения.

В отчете по работе необходимо предоставить табличный и графический материал по каждому эксперименту, сделать выводы.

В конце отчета формируется вывод по всему практическому материалу.

3 Порядок выполнения работы

3.1 Загрузить рабочую схему (файл: Stab из папки «Рабочий стол/Электроника ЛР/Стабилитрон/»).

3.2 Активировать программу Stab (Схема А, рисунок 3.1) и изменяя напряжение источника питания E1 получить ВАХ выбранного стабилитрона (последняя цифра в обозначении диода соответствует порядковому номеру фамилии студента по групповому журналу). Результаты занести в таблицу 3.1.

На основании экспериментальных данных рассчитать характеристики стабилитрона $I_{СТ}$, $I_{СТ\ СР}$ и $\Delta U_{СТ\ МАКС}$ (см. таблицу 3.1).

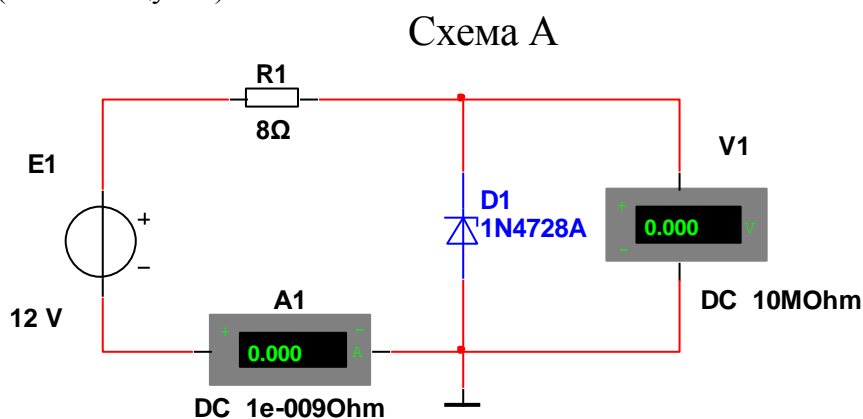


Рисунок 3.1 – Принципиальная схема исследования ВАХ стабилитрона

Таблица 3.1

V1, В	A1, мА	r _{ст} , Ом	I _{ст ср} , мА	ΔU _{СТ МАКС} , В

3.3 Исследование работы параметрического стабилизатора (Схема Б, рисунок 3.2) состоит из четырех экспериментов:

- получение нагрузочной характеристики $U_{Н+СТ} = F(E_2)$ с установленным в цепь стабилитроном ($R_H = \text{const}$);
- получение нагрузочной характеристики $U_H = F(E_2)$ без стабилитрона в цепи ($R_H = \text{const}$);
- получение нагрузочной характеристики $U_{Н+СТ} = F(R_H)$ с установленным в цепь стабилитроном ($E_2 = E_{2CP} = \text{const}$);
- получение нагрузочной характеристики $U_H = F(R_H)$ без стабилитрона в цепи ($E_2 = E_{2CP} = \text{const}$).

Перед началом работы необходимо рассчитать балластное сопротивление R_6 на основе результатов эксперимента по исследованию ВАХ стабилитрона.

Нагрузочные характеристики строятся при:

- $E_2 = E_{2CP} = 2 U_{СТ}$, $E_{2 \text{ МИН}} = 1,2 U_{СТ}$, $E_{2 \text{ МАКС}} = 5 U_{СТ}$;
- $I_H = I_{СТ \text{ МАКС}}/2$;
- $R_{H \text{ МАКС}} = (E_{2CP} - U_{СТ})/I_{СТ \text{ ср}}$.

Рабочие характеристики стабилитрона берутся из таблицы 3.1.

Результаты экспериментов и расчеты сводятся в таблицу 3.2.

По результатам эксперимента строятся зависимости $U_{Н+СТ} = F(E_2)$, и $U_H = F(E_2)$ в одной системе координат, $U_{Н+СТ} = F(I_H)$, $\eta = F(R_H)$.

Короткие выводы делаются после каждого эксперимента и по работе в целом.

Схема Б

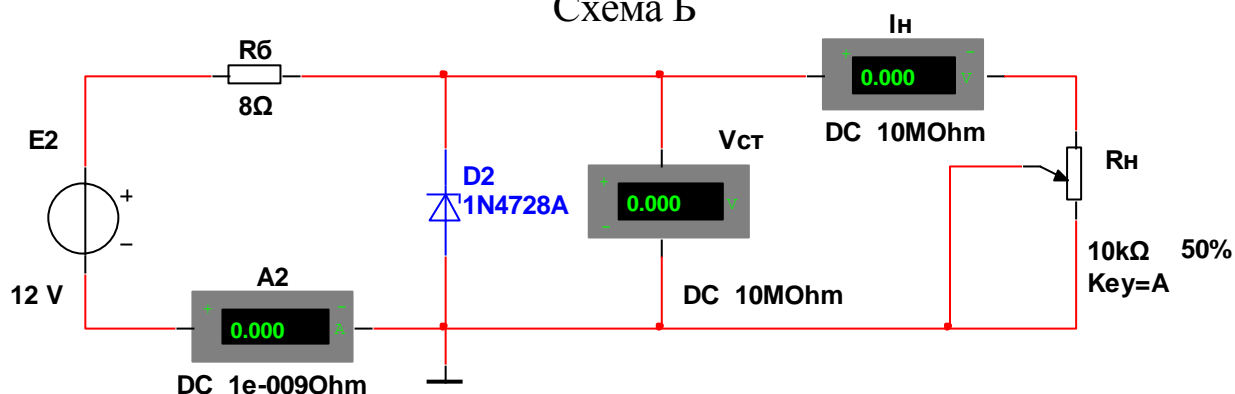


Рисунок 3.2 – Принципиальная схема параметрического стабилизатора

Таблица 3.2

R _Н , Ом	E ₂ , В	A ₂ , мА	U _Н , В	I _Н , мА	P _{ВХ} , Вт	P _{ВЫХ} , Вт	K _{СТ} МАКС	r _{ВЫХ} , Ом	η _{СТ} , %

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4 Оборудование

При выполнении лабораторной работы используется персональный компьютер и ПО Multisim 10.1 с комплектом исполняемых файлов, расположенных в каталоге «Электроника ЛР» на рабочем столе ПК.

5 Содержание и форма отчета о проделанной работе

По результатам, полученным в работе необходимо оформить отчет, выполняемый в текстовом редакторе «Microsoft Word». В отчет следует включить:

- название работы;
- ФИО и группа студента ;
- цель работы;
- принципиальные рабочие схемы;
- таблицы с экспериментальными и расчетными данными;
- графический материал;
- выводы по каждому разделу работы и итоговые.

6 Контрольные вопросы

- 6.1 Какой полупроводниковый диод называют стабилитроном.
- 6.2 Какой полупроводниковый диод называют стабистором.
- 6.3 На каком принципе основана работа полупроводникового стабилитрона.
- 6.4 Область применения стабилитронов.
- 6.5 Принцип работы параметрического стабилизатора.
- 6.6 Достоинства и недостатки параметрических стабилизаторов.
- 6.7 Основные расчетные соотношения параметрических стабилизаторов.
- 6.8 В чем отличие в применении стабилитронов и стабисторов в параметрическом стабилизаторе.
- 6.9 Классификация стабилизаторов напряжения.
- 6.10 Назначение стабилизаторов напряжения.

Лабораторная работа №3

«Изучение работы биполярного транзистора, его ВАХ, параметров схемы включения транзистора с общим эмиттером»

1 Цель работы: Изучить особенности работы биполярных транзисторов, семейства ВАХ (входные и выходные), основные технические характеристики транзисторов.

2 Задание на лабораторную работу

Для выполнения лабораторной работы необходимо с помощью виртуального комплекта исследовать работу полупроводникового биполярного транзистора.

В ходе выполнения задания требуется построить входные и выходные характеристики транзистора.

В отчете по работе необходимо предоставить табличный и графический материал по каждому эксперименту, сделать выводы.

3 Порядок выполнения работы

3.1 Загрузить рабочую схему (файл: Transistor из папки «Рабочий стол/Электроника ЛР/Транзистор»), представленную на рисунке 3.1.

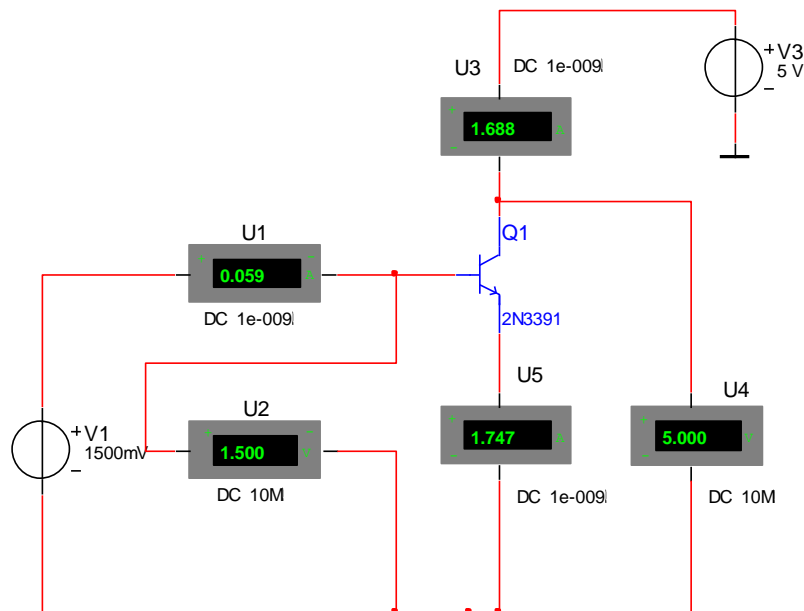


Рисунок 3.1 – Принципиальная схема для исследования характеристик биполярного транзистора

3.2 Используемый в схеме транзистор обратной проводимости заменить на любой из общей базы данных, последние две цифры в обозначении которого соответствуют номеру фамилии студента по групповому журналу.

3.3 Активировать программу (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемой с целью построения семейства входных ВАХ транзистора, включенного по схеме с ОЭ ($I_B = f(U_{БЭ})$) при $U_{КЭ} = \text{const}$). Входные характеристики снять для трех значений напряжения $U_{КЭ} = 0, 1, 3$ В. Предельные значения изменения параметров транзистора в эксперименте не должны превышать справочных характеристик.

3.4 Результаты измерений занести в таблицу 3.1, созданную в табличном редакторе «Excel».

Таблица 3.1

Результаты первого эксперимента

$U_{БЭ}, \text{В}$	$I_B, \text{мА}$	$U_{КЭ}, \text{В}$	$I_K, \text{мА}$	$I_Э, \text{мА}$	$R_{ВХ}, \text{Ом}$	$r_{ВХ}, \text{Ом}$

3.5 Построить графики зависимости тока базы от напряжения на входе транзистора $I_B = f(U_{БЭ})$ при $U_{КЭ} = \text{const}$ в одной системе координат.

3.7 Заменить в принципиальной схеме входной источник напряжения источником тока и снять выходные характеристики транзистора ($I_K = f(U_{КЭ})$) при $I_B = \text{const}$). Результаты для трех значений тока базы ($I_{Б1} = 0, I_{Б2} = I_{Б_СР}, I_{Б3} = I_{Б_МАХ}$) занести в таблицу 3.2, созданную в табличном редакторе «Excel».

Таблица 3.2

Результаты второго эксперимента

$I_B, \text{мА}$	$U_{БЭ}, \text{В}$	$U_{КЭ}, \text{В}$	$I_K, \text{мА}$	$I_Э, \text{мА}$	$R_{ВЫХ}, \text{Ом}$	$r_{ВЫХ}, \text{Ом}$	$h_{12Э}$	$h_{21Э}$

3.8 Построить графики зависимости тока коллектора от напряжения на выходе транзистора $I_K = f(U_{КЭ})$ при $I_B = \text{const}$ в одной системе координат.

3.9 По результатам измерений и графических построений рассчитать выходные статическое ($R_{ВЫХ}$) и динамическое ($r_{ВЫХ}$) сопротивления транзистора, $h_{12Э}$ и $h_{21Э}$.

3.10 Оформить отчет в текстовом редакторе «Microsoft Word», куда включить:

- название работы;
- ФИО и группа студента ;
- цель работы;
- принципиальные рабочие схемы;
- таблицы с экспериментальными и расчетными данными;
- графический материал;
- выводы по каждому разделу работы и итоговые.

4 Контрольные вопросы

4.1 Дать определение термину «биполярный транзистор» (БПТ).

4.2 Вольт-амперные характеристики БПТ.

4.3 Режимы работы биполярного транзистора.

4.4 Схемы включения БПТ

4.5 Схема включения транзистора с **ОБ** и основные соотношения для входных и выходных токов и напряжений.

4.6 Схема включения транзистора с **ОЭ** и основные соотношения для входных и выходных токов и напряжений.

4.7 Схема включения транзистора с **ОК** и основные соотношения для входных и выходных токов и напряжений.

4.8 Схемы замещения биполярного транзистора.

4.9 Статическое и динамическое входные сопротивления БПТ.

4.10 Статическое и динамическое выходные сопротивления БПТ.

4.11 Числовые характеристики БПТ в h - параметрах.

4.12 Характеристика БПТ передачи по току, ее физический смысл.

4.13 Характеристика БПТ обратной связи по напряжению, ее физический смысл.

4.14 Конструктивные особенности биполярного транзистора.

4.15 Схемы включения БПТ прямой и обратной проводимостей.

Лабораторная работа №4

«Исследование характеристик усилительного каскада на биполярном транзисторе в схеме с ОЭ»

1 Цель работы: Изучить особенности работы усилительного каскада на биполярном транзисторе, его частотные характеристики, оценить влияние параметров элементов каскада на частотные искажения.

2. Задание на лабораторную работу

Для выполнения лабораторной работы необходимо с помощью виртуального комплекта исследовать работу усилительного каскада на биполярном транзисторе.

В ходе выполнения задания требуется оценить влияние на усилительные свойства каскада конструктивно входящих в него элементов: разделительной емкости (C_p), сопротивления в цепи коллектора (R_k), сопротивления обратной связи ($R_э$).

В отчете по работе необходимо предоставить табличный и графический материал по каждому эксперименту.

После каждого эксперимента необходимо сделать вывод.

В конце отчета формируется вывод по всему практическому материалу.

3 Порядок выполнения работы

3.1 Загрузить рабочую схему (файл: Usilitel_1 из папки «Рабочий стол/Электроника ЛР/Усилитель на БПТ/ Usilitel_1»), представленную на рисунке 3.1.

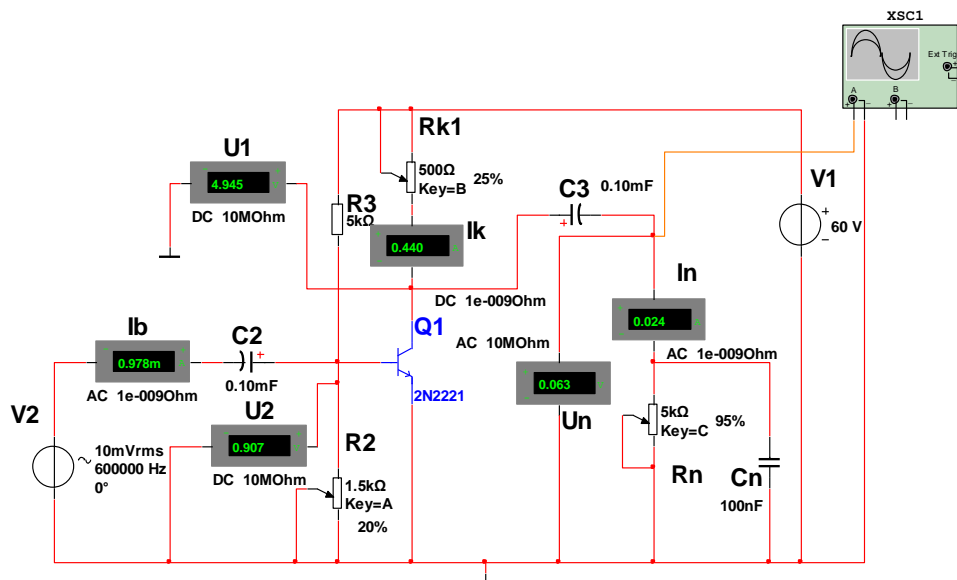


Рисунок 3.1 – Принципиальная схема усилительного каскада на БПТ

3.2 Используемый в схеме транзистор обратной проводимости (п – р – п типа) заменить на транзистор, исследованный в предыдущей лабораторной работе (**Изучение работы биполярного транзистора, его ВАХ, параметров схемы включения транзистора с общим эмиттером**). Установить следующие номиналы сопротивлений и емкостей для схемы усилительного каскада (см. рисунок 2.1): $R_{k1} = V1 / 0.8I_{k_{max}}$ [Ом], $R_n = 5R_{k1}$ [Ом], $C_n = 100$ нФ, $C2 = C3 = 10,0$ мкФ. Напряжение источника питания $V1 = 0.8U_{k_{max}}$ В, на вход каскада подать синусоидальный сигнал от источника $V2 = 10$ мВ, $f = 1000 \div 10000$ Гц.

3.3 Активировать программу (меню «Simulate/Run»). Изменяя положение потенциометра $R1 = 0 \div 1$ кОм снять показания приборов и используя табличный редактор Excel занести их в таблицу 3.1.

Таблица 3.1

Результаты первого эксперимента

f, Гц	R1, Ом	U _{ВХ} , мВ	U _п , мВ	U _{кэ} , В	K _U

3.4 По результатам измерений заполнить расчетные поля таблицы 3.1 и построить зависимость $K_U = f(U_{кэ})$, где $K_U = \frac{U_n}{U_{ВХ}}$ – коэффициент усиления каскада по напряжению.

3.5 С учетом результатов первого эксперимента установить с помощью потенциометра R1 такое положение рабочей точки каскада, в которой коэффициент усиления по напряжению K_U был бы в области максимальных значений.

3.6 Не изменяя значений номиналов сопротивлений и емкостей в схеме каскада (см. п/п 3.2) провести эксперимент с целью построения АЧХ усилителя. Диапазон изменения частоты $f = 20 \div 500000$ Гц. Результаты измерений, используя табличный редактор Excel, внести в таблицу 3.2, расчетные поля заполнить.

Таблица 3.2

Результаты второго эксперимента

U _{кэ} , В	f, Гц	U _{ВХ} , мВ	U _п , мВ	K _u	K _{u_n}

3.7 Построить график нормированной АЧХ - $K_{u_n} = F(f)$, где

$K_{U_{н}} = \frac{K_U}{K_{UCpч}}$ - нормированный коэффициент усиления каскада по напряжению, $K_{UCpч}$ - коэффициент усиления каскада на средних частотах.

3.8 Повторить задание п.п 3.5÷3.7 для разделительной емкости $C2 = 0,1$ мкФ и $C2 = 1,0$ мкФ.

3.9 Повторить задание п.п 3.5÷3.7 для сопротивления в цепи коллектора $R_k = 2R_{k1}$ [Ом], $R_k = 4 R_{k1}$ [Ом].

3.10 Снять нагрузочную характеристику каскада $U_n = f (R_n)$ для двух значений сопротивления в цепи коллектора $R_k = 2R_{k1}$ [Ом], $R_k = 4 R_{k1}$ [Ом] ($C2 = C3 = 10,0$ мкФ, положение рабочей точки по п/п 3.5). Нагрузочное сопротивление изменять в диапазоне $R_n = (0.01÷1)R_n$ [Ом], $U_{вх} = 10$ мВ, $f = 3÷10$ кГц , используя табличный редактор Excel, данные занести в таблицу 3.3

Таблица 3.3

Результаты третьего эксперимента			
Rk = 2Rk1 [Ом]		Rk = 4 Rk1 [Ом]	
Rn, Ом	Un, мВ	Rn, Ом	Un, мВ

В одной системе координат построить графики $U_n = f (R_n)$. По результатам эксперимента рассчитать величину выходного сопротивления усилителя для каждого значения R_k .

4 Оборудование

При выполнении лабораторной работы используется персональный компьютер и ПО Multisim 10.1 с комплектом исполняемых файлов, расположенных в каталоге «Электроника ЛР» на рабочем столе ПК.

5 Содержание и форма отчета о проделанной работе

По результатам, полученным в работе необходимо оформить отчет, выполняемый в текстовом редакторе «Microsoft Word». В отчет следует включить:

- название работы;
- ФИО и группа студента ;
- цель работы;
- принципиальные рабочие схемы;
- таблицы с экспериментальными и расчетными данными;
- графический материал;
- выводы по каждому разделу работы и итоговые.

6 Контрольные вопросы

- 6.1 Дать определение термину «усилительный каскад на БПТ».
- 6.2 Расчет каскада по постоянному току .
- 6.3 Расчет каскада по переменному току.
- 6.4 АЧХ усилительного каскада
- 6.5 ФЧХ усилительного каскада.
- 6.6 Расчет АЧХ каскада на низких частотах.
- 6.7 Расчет АЧХ каскада на высоких частотах.
- 6.8 Расчет ФЧХ каскада на низких частотах.
- 6.9 Расчет ФЧХ каскада на высоких частотах.
- 6.10 Частотные искажения усилительного каскада на низких и высоких частотах.
- 6.11 Нелинейные искажения усилительного каскада.

6.12 Влияние емкости в цепи эмиттера C_E на параметры каскада.

6.13 Принцип расчета разделительных емкостей и их влияние на параметры каскада.

Лабораторная работа №5

«Исследование влияния ООС на качественные характеристики усилительного каскада»

1 Цель работы: Изучить особенности функционирования разнообразных ООС с усилительными каскадами на основе биполярного транзистора, их конструктивные особенности, достоинства и недостатки, критерии оценки основных параметров работы.

2 Задание на лабораторную работу

Для выполнения лабораторной работы необходимо с помощью виртуального комплекта исследовать работу усилительного каскада на биполярном транзисторе с разным типом ООС.

В ходе выполнения задания требуется оценить влияние типа ООС на качество работы усилителя, его частотные и нелинейные искажения.

В отчете по работе необходимо предоставить табличный и графический материал по каждому эксперименту, сделать выводы.

В конце отчета формируется вывод по всему практическому материалу.

3 Порядок выполнения работы

3.1 Загрузить исполняемый файл усилительного каскада на основе биполярного транзистора в схеме с ОЭ без ООС (файл: ООС.ms11 из папки «Рабочий стол/Электроника ЛР/ООС»), представленный на рисунке 3.1. для $F_{г} = 1 \div 3$ кГц, $R_{э} = 0$, $R_{кХ}$ и $R_{нХ}$ – согласно таблице 3.1, ключ К1А – разомкнут. Снять амплитудную характеристику каскада. При активизации схемы необходимо с помощью задания тока смещения базы резистором R_b установить напряжение $U_{бвх} \approx V_2/2$. Рассчитать K , f_n , f_v , $R_{вх}$, $R_{вых}$, результаты занести в таблицу 3.2.

Повторить эксперимент для первоначальных условий, но с замкнутым ключом К1А – введенной параллельной ООС (предварительно выбирается резистор $R_{ОС}$ с таким расчетом, чтобы глубина обратной связи была равна 5-8), результаты измерений и расчетов занести в таблицу 3.3.

Таблица 3.1

Значения сопротивлений $R_{кХ}$ и $R_{нХ}$ по вариантам

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$R_{кХ}$, Ом	200	150	100	120	200	250	300	160	200	80	170	280	300	400	160
$R_{нХ}$, кОм	0,8	0,4	0,1	0,35	0,12	0,1	0,4	0,2	1,0	0,5	0,25	0,12	0,2	1,0	0,7

Таблица 3.2

Результаты измерения и расчета амплитудной характеристики усилительного каскада без цепи ООС

$F_{г}$, кГц	$U_{вх}$	$U_{вых}$	$I_{вх}$	K	$R_{вх}$	$R_{вых}$

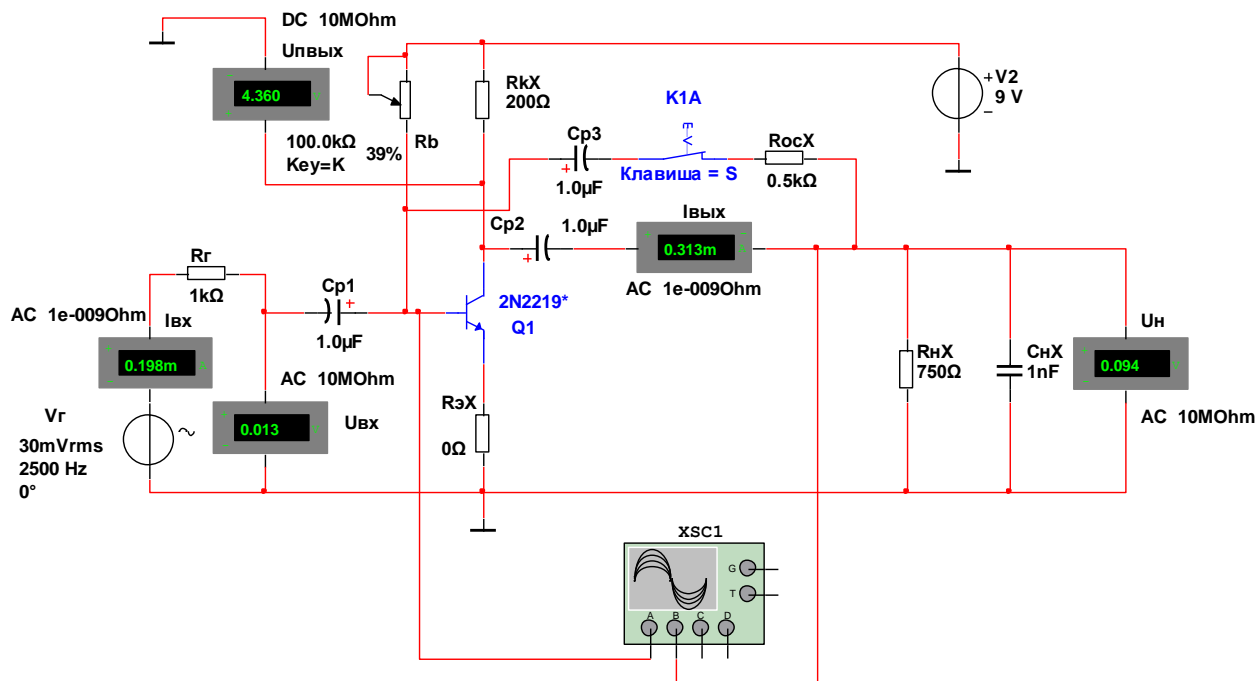


Рисунок 3.1 – Принципиальная схема усилительного каскада на биполярном транзисторе с элементами ООС

Таблица 3.3

Результаты измерения и расчета амплитудной характеристики усилительного каскада с цепью параллельной ООС по напряжению

Fr ,кГц	Uвх	Uвых	Iвх	Rвх	Rвых	K	Koc	1+β·K

3.2 Изменить схему усилительного каскада – разомкнуть параллельную ООС по напряжению и ввести последовательную ООС по току при глубине обратной связи $5 \div 8$, R_k и R_n – согласно варианта (см. таблица. 3.1), $R_3 = 0,15 \cdot R_k$.

Снять амплитудную и амплитудно-частотную характеристики каскада. Результаты измерения и расчетов свести в таблицу 3.4 и 3.5 соответственно.

Таблица 3.4

Результаты измерения и расчета амплитудной характеристики усилительного каскада с цепью последовательной ООС по току

Fr ,кГц	Uвх	Uвых	Iвх	Rвх	Rвых	K	Koc	1+β·K

Таблица 3.5

Результаты измерения и расчета амплитудно-частотной характеристики усилительного каскада с цепью последовательной ООС по току

Fr ,(0,01-30кГц)	Uвх	Uвых	Iвх	Rвх	Rвых	K	Koc	1+β·K	fн	fв

3.3 Используя результаты измерения сделать выводы о достоинствах и недостатках различных по типу ООС в усилительных каскадах. Данные расчетов представить в графической форме в виде амплитудных и амплитудно-частотных характеристик.

4 Оборудование

При выполнении лабораторной работы используется персональный компьютер и ПО Multisim 11.0 с комплектом исполняемых файлов, расположенных в каталоге «Электроника ЛР» на рабочем столе ПК.

5 Содержание и форма отчета о проделанной работе

По результатам, полученным в работе необходимо оформить отчет, выполняемый в текстовом редакторе «Microsoft Word». В отчет следует включить:

- название работы;
- ФИО и группа студента ;
- цель работы;
- принципиальные рабочие схемы;
- таблицы с экспериментальными и расчетными данными;
- графический материал;
- выводы по каждому разделу работы и итоговые.

6 Контрольные вопросы

- 6.1 Дать определение термину «обратная связь».
- 6.2 Классификация обратных связей в усилительных каскадах.
- 6.3 Достоинства, недостатки ООС в усилительном каскаде.
- 6.4 Область применения ООС в усилителях.
- 6.5 Наиболее часто используемые способы введения ООС в усилительных каскадах.
- 6.6 Влияние ООС на входное сопротивление усилителя.
- 6.7 Влияние ООС на выходное сопротивление усилителя.
- 6.8 Влияние ООС на частотный диапазон усилительного каскада.
- 6.9 Область применения последовательной ООС по напряжению.
- 6.10 Основные расчетные соотношения для каскада, охваченного ООС.

Лабораторная работа №6

«Изучение рабочих характеристик эмиттерного повторителя»

1 Цель работы: Изучить принципиальную схему эмиттерного повторителя, его достоинства, недостатки, область применения, усвоить основные рабочие параметры схемы и расчетные соотношения.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Загрузить рабочую схему (файл: amitt_P из папки «Рабочий стол/Электроника ЛР/Повторитель»).

2.2 Активировать программу (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемой без транзистора (схема А, рисунок 2.1). Напряжение генератора задается индивидуально по групповому журналу в десятках мВ.

2.3 Содержание эксперимента:

- дискретно изменяется сопротивление R_{n1} (сопротивление нагрузки генератора) в диапазоне $0 \leq R_{n1} \leq 100$ % изменения положения движка потенциометра;
- для каждого дискретного значения R_{n1} (6÷8 точек) зафиксировать показания индикаторов вольтметра (U_{v1}) и амперметра (U_{a1});
- результаты измерений занести в таблицу 2.1, созданную в табличном редакторе «Excel»;
- построить график зависимости напряжения на нагрузке от величины нагрузочного сопротивления ($U_{v1} = f(R_{n1})$).

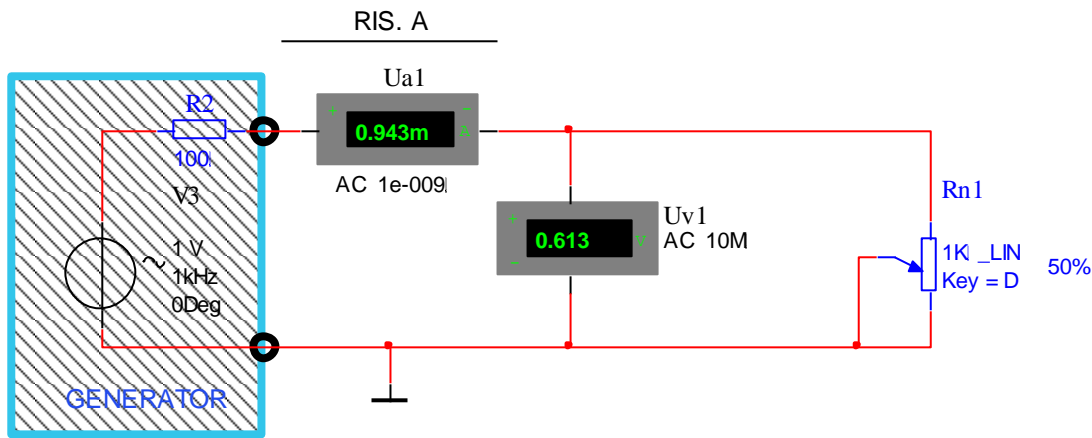


Рисунок 2.1 – Принципиальная схема включения R_H (R_{n1}) к источнику переменного сигнала (генератор)

Таблица 2.1

Результаты первого эксперимента

% изменения положения движка R_{n1}	Значение R_{n1}	U_{v1} , В	U_{a1} , mA

2.4 Активировать программу (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемой эмиттерного повторителя (схема В, рисунок 2.2).

Содержание эксперимента:

- дискретно изменяется сопротивление R_{n2} (сопротивление нагрузки генератора) в диапазоне $0 \leq R_{n1} \leq 100$ % изменения положения движка потенциометра;
- для каждого дискретного значения R_{n2} (6÷8 точек) зафиксировать показания индикаторов вольтметров (U_{v1} , U_n) и амперметров (U_{a2} , U_k);
- результаты измерений занести в таблицу 2.2, созданную в табличном редакторе «Excel»;
- по результатам измерений построить график зависимости напряжения на нагрузке от величины нагрузочного сопротивления ($U_n = f(R_{n2})$) в системе координат эксперимента по п.2.1;

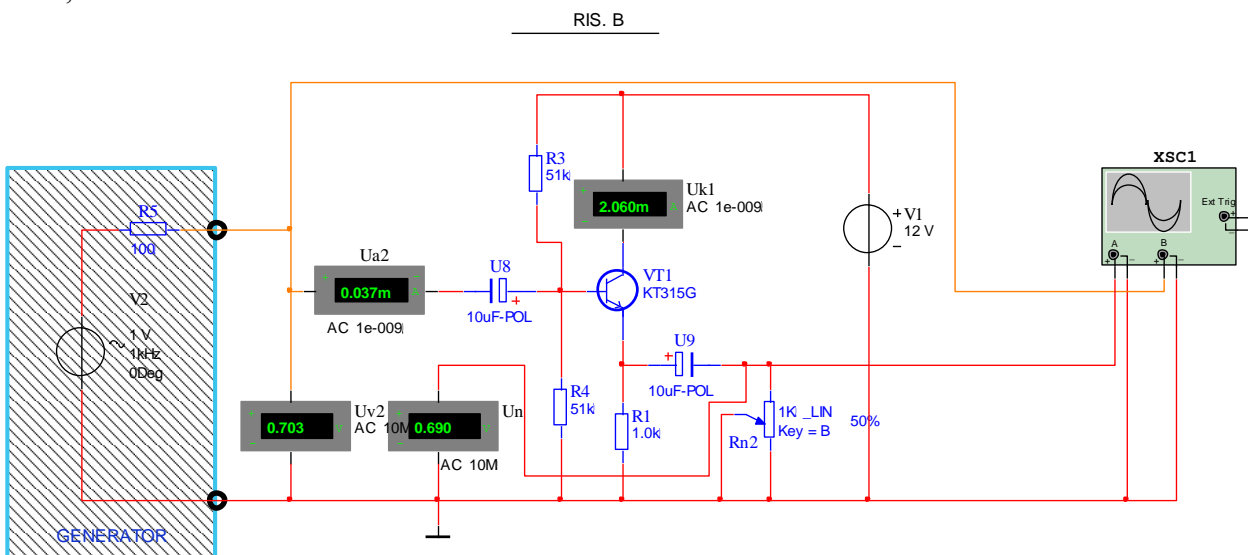


Рисунок 2.2 – Принципиальная схема включения нагрузки Rn2 через ЭП

Таблица 2.2

Результаты второго эксперимента

Положение движка Rn2, %	Значение Rn2, Ом	Uv2, В	Un, В	Ua2, мА	Uk, мА	ВХ,	ВЫХ,	21Э
						м	Ом	

- для каждого результата измерения заполнить выделенные ячейки таблицы 2.2 ($R_{ВХ} = \frac{U_{v2}}{U_{a2}}$, $R_{ВЫХ} = \frac{U_n}{U_k}$, $h_{21Э} = \frac{U_k}{U_{a2}}$);

- для одного промежуточного значения Rn2 ($80 \leq Rn2 \leq 95$ %) с помощью осциллографа зафиксировать форму входного и выходного сигналов, полученную осциллограмму привести в отчете;

- сравнить графические зависимости напряжения (Un) на нагрузке от величины Rn, сделать выводы.

3 Контрольные вопросы

- 3.1 Дать определение «эмиттерный повторитель».
- 3.2 Основные соотношения рабочих характеристик ЭП.
- 3.3 Для чего в схеме ЭП на входе и выходе используются электрические емкости?
- 3.4 Область применения ЭП.
- 3.5 Что необходимо изменить в схеме, если вместо транзистора с обратной проводимостью взять транзистор с прямой проводимостью (при одностипных характеристиках транзистора)?
- 3.6 Для чего в схеме ЭП необходим входной делитель (сопротивления R3, R4)?
- 3.7 Что понимается под обозначением «h_{21Э}»?
- 3.8 Как рассчитать коэффициент передачи ЭП по напряжению?
- 3.9 Как рассчитать входное сопротивление ЭП?
- 3.10 Почему ЭП применяют на выходе для емкостной нагрузки?

Лабораторная работа №7 «Изучение работы электронных схем на основе операционных усилителей»

1 Цель работы: Изучить типовые схемы включения операционного усилителя (ОУ), исследовать работу ОУ в качестве сумматора, дифференциального, интегрирующего и дифференцирующего усилителей, компаратора.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Загрузить рабочую схему (файл: amitt_P из папки «Рабочий стол/Электроника ЛР/ОУ/OperAmp»).

2.2 Активировать программу (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемой инвертирующего включения ОУ (схема А, рисунок 2.1).

Содержание эксперимента:

- дискретно изменяется сопротивление R5 (сопротивление обратной связи ОУ) в диапазоне $0 \leq R5 \leq 100\%$ изменения положения движка потенциометра;
- для каждого дискретного значения R5 (6÷8 точек) зафиксировать с учетом фазы показания индикаторов вольтметров $U_{ВХ}(U8)$, $U_{ВЫХ}(U4)$;
- эксперимент проводится для трех значений входного напряжения: 0,1В, 1,0 В, 5,0В;

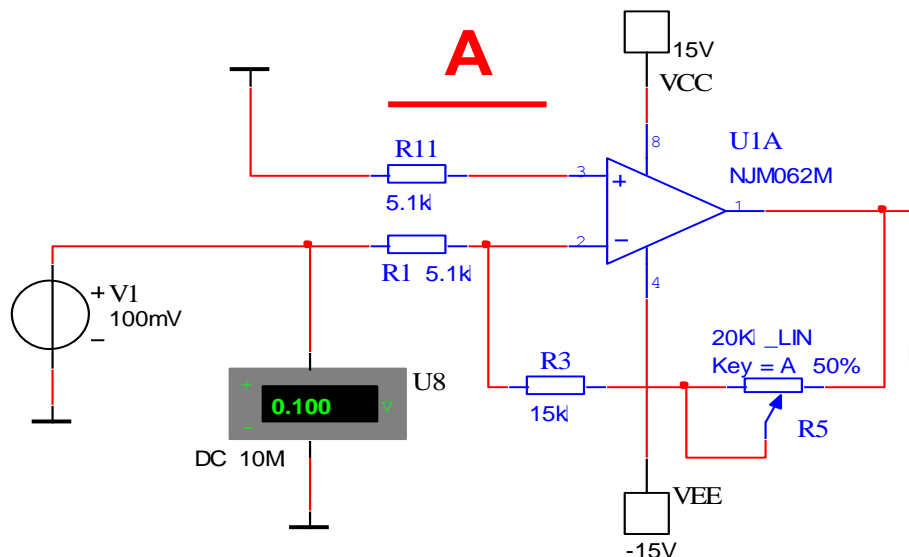


Рисунок 2.1– Принципиальная схема включения ОУ в инвертирующем режиме

- результаты измерений занести в таблицу 2.1, созданную в табличном редакторе «Excel»;
- построить график зависимости напряжения на выходе ОУ от напряжения на входе ($U_{ВЫХ} = f(U_{ВХ})$);
- по результатам измерений рассчитать коэффициент передачи по напряжению ОУ, занести в таблицу 2.1, сравнить его значение с расчетным (K_{Up});
- сделать выводы.

Таблица 2.1

Результаты первого эксперимента

Положение движка R5, %	Значение R5, Ом	$U_{ВХ}$, В	$U_{ВЫХ}$, В	K_U	K_{Up}

2.3 Активировать программу (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемой неинвертирующего включения ОУ (схема В, рисунок 2.2).

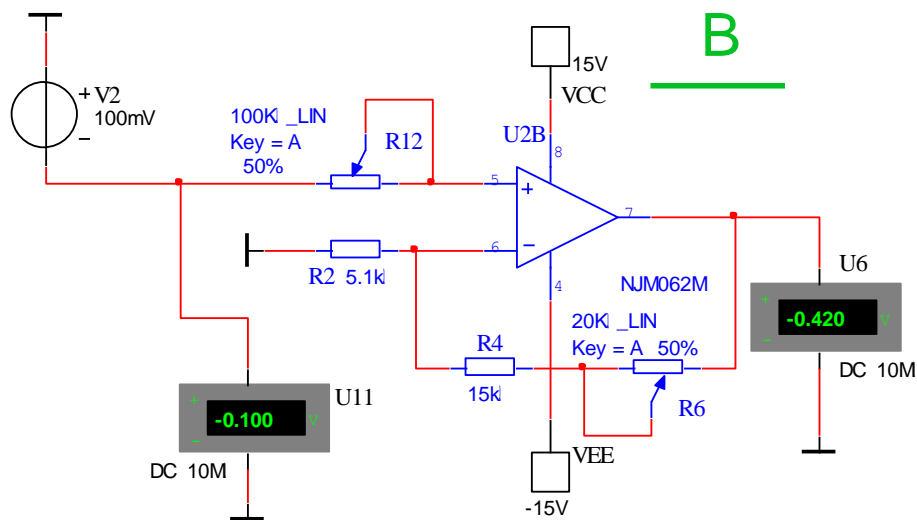


Рисунок 2.2– Принципиальная схема включения ОУ в неинвертирующем режиме

Содержание эксперимента:

- дискретно изменяется сопротивление R6 (сопротивление обратной связи ОУ) в диапазоне $0 \leq R6 \leq 100\%$ изменения положения движка потенциометра;
- для каждого дискретного значения R6 (6÷8 точек) зафиксировать с учетом фазы показания индикаторов вольтметров $U_{ВХ}(U11)$, $U_{ВЫХ}(U6)$;
- эксперимент проводится для трех значений входного напряжения: 0,1В, 1,0 В, 5,0В;
- для одного из входных напряжений провести эксперимент по оценке влияния значения сопротивления, размещенного во входной цепи ($R12 = 0, 50, 100\%$) на коэффициент передачи ОУ;
- результаты измерений занести в таблицу 2.2, созданную в табличном редакторе «Excel»;
- построить график зависимости напряжения на выходе ОУ от напряжения на входе ($U_{ВЫХ} = f(U_{ВХ})$);
- по результатам измерений рассчитать коэффициент передачи по напряжению ОУ, занести в таблицу 2.2, сравнить его значение с расчетным (K_{Up});
- сделать выводы.

Таблица 2.2

Результаты второго эксперимента

Положение движка R6, %	Значение R6, Ом	$U_{ВХ}$, В	$U_{ВЫХ}$, В	Положение движка R12, %	Значение R12, Ом	K_U	K_{Up}

2.4 Активировать программу (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемой суммирующего усилителя (схема С, рисунок 2.3).

Содержание эксперимента:

- дискретно изменяется сопротивление R23 (сопротивление обратной связи ОУ) в диапазоне $0 \leq R23 \leq 100\%$ изменения положения движка потенциометра;
- для каждого дискретного значения R23 (6÷8 точек) зафиксировать с учетом фазы показания индикаторов вольтметров $U_{ВХ1}(U17)$, $U_{ВХ2}(U18)$, $U_{ВЫХ}(U16)$;
- эксперимент проводится для трех значений входного напряжения $U_{ВХ1}$ ($U_{ВХ2}$): 0,1В, 0,5 В, 1,0В;

- результаты измерений занести в таблицу 2.3, созданную в табличном редакторе «Excel»;

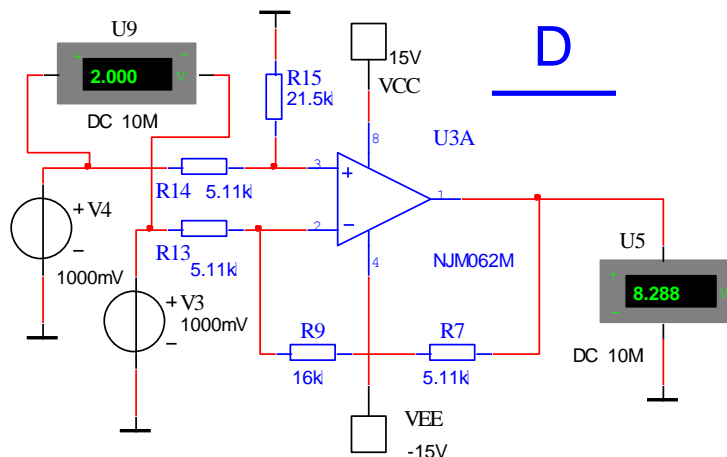


Рисунок 2.3– Принципиальная схема включения суммирующего ОУ

- построить график зависимости напряжения на выходе ОУ от суммы напряжений на входе ($U_{\text{ВЫХ}} = f(U_{\text{ВХ1}} + U_{\text{ВХ2}})$);
- по результатам измерений рассчитать коэффициент передачи по напряжению ОУ, занести в таблицу 2.3, сравнить его значение с расчетным ($K_{\text{Ур}}$);
- сделать выводы.

Таблица 2.3

Результаты третьего эксперимента

Положение движка R23, %	Значение R23 Ом	$U_{\text{ВХ1}}$, В	$U_{\text{ВХ2}}$, В	$U_{\text{ВЫХ}}$, В	$K_{\text{У1}}$	$K_{\text{У2}}$	$K_{\text{У}}$	$K_{\text{Ур}}$

2.5 Активировать программу (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемой дифференциального усилителя (схема D, рисунок 2.4).

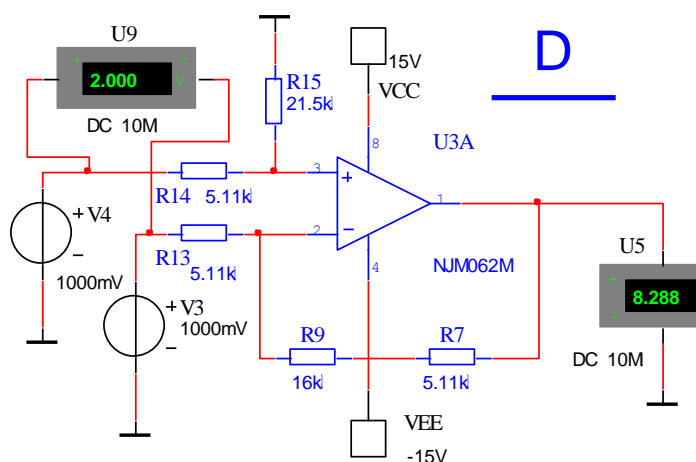


Рисунок 2.4

Содержание эксперимента:

- дискретно изменяется значение входного напряжения $U_{ВХ1}$ (V4) или $U_{ВХ2}$ (V3) в диапазоне $0 \leq U_{ВХ1}(U_{ВХ2}) \leq 5,0$ В;
- для каждого дискретного значения разности входных напряжений $\Delta U = U_{ВХ1} - U_{ВХ2}$ (U9) зафиксировать (6÷8 точек) с учетом фазы показания индикатора вольтметра на выходе ОУ $U_{ВЫХ}(U5)$;
- результаты измерений занести в таблицу 2.4, созданную в табличном редакторе «Excel»;
- построить график зависимости напряжения на выходе ОУ от разности напряжений на входе ($U_{ВЫХ} = f(\Delta U_{ВХ})$);
- по результатам измерений рассчитать коэффициент передачи по напряжению ОУ (для дифференциального сигнала), занести в таблицу 2.4, сравнить его значение с расчетным (K_{Up});
- сделать выводы.

Таблица 2.4

Результаты четвертого эксперимента

$U_{ВХ1}, В$	$U_{ВХ2}, В$	$\Delta U_{ВХ}, В$	$U_{ВЫХ}, В$	$K_{\Delta U}$	$K_{\Delta U_p}$

2.6 Активировать программу (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемой дифференцирующего усилителя (схема E, рисунок 2.5).

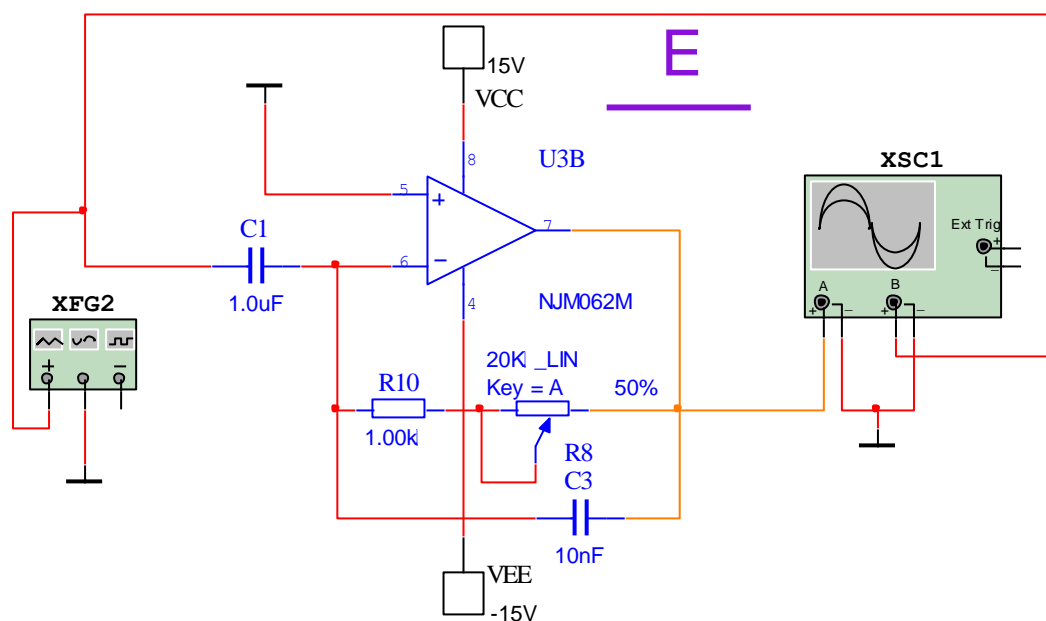


Рисунок 2.5– Принципиальная схема включения дифференциального ОУ

Содержание эксперимента:

- на экране осциллографа зафиксировать осциллограммы для входных сигналов «синус», «треугольник», «меандр» (см. настройки генератора XFG2) для трех положений движка потенциометра (сопротивление в цепи обратной связи ОУ) $R8 = 10, 50$ и 90% (на графиках указать $U_{ВХ}$, $U_{ВЫХ}$, значение $R8$ [Ом], оси озаглавить);
- на экране осциллографа зафиксировать осциллограммы при изменении величины входной (дифференцирующей) емкости ($1,0 \mu F$, $0,5 \mu F$ и $0,1 \mu F$) для входного сигнала типа «меандр» (см. настройки генератора XFG2, положение движка потенциометра $R8 = 50\%$);
- для каждого значения входной емкости рассчитать коэффициент передачи;
- сделать выводы.

2.7 Активировать программу (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемой интегрирующего усилителя (схема F, рисунок 2.6).

Содержание эксперимента:

- на экране осциллографа зафиксировать осциллограммы для входных сигналов «синус», «треугольник», «меандр» (см. настройки генератора XFG2, постоянная составляющая равна нулю) для трех значений сопротивления $R17 = 1,0 \text{ k}\Omega$, $10,0 \text{ k}\Omega$ и $100,0 \text{ k}\Omega$ (на графиках указать $U_{ВХ}$, $U_{ВЫХ}$, значение $R17$, оси озаглавить);
- повторить измерения для смещения входных сигналов (см. настройки генератора XFG2) на $1,0 \text{ В}$;
- для каждого значения $R17$ рассчитать коэффициент передачи;
- сделать выводы.

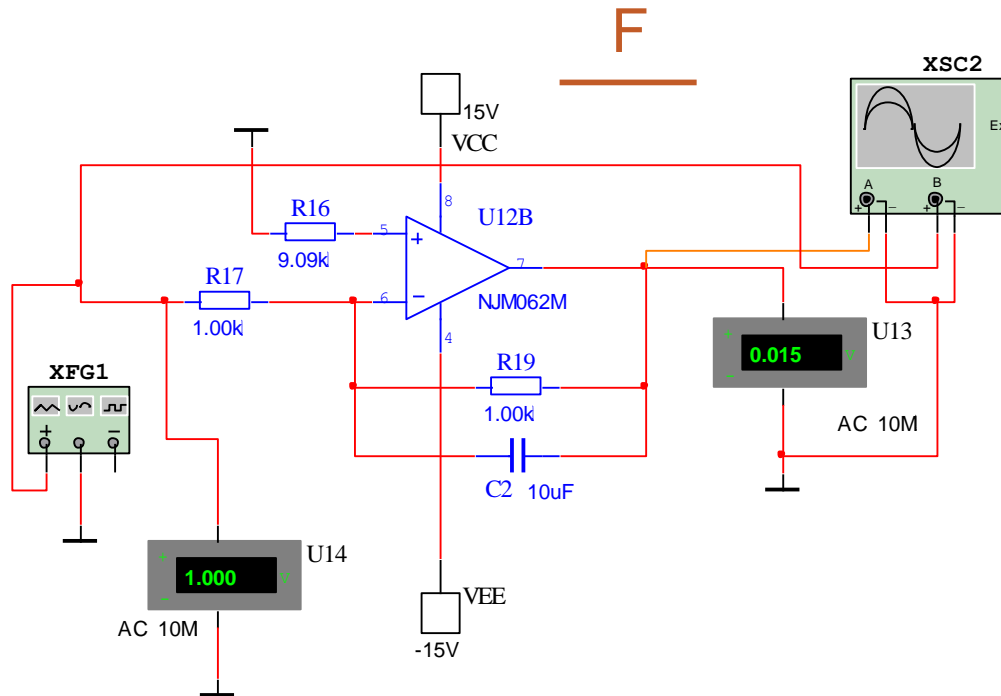


Рисунок 2.6. Принципиальная схема включения интегрирующего ОУ

2.8 Активировать программу (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемой сравнивающего усилителя (схема G, рисунок 2.7) - компаратора.

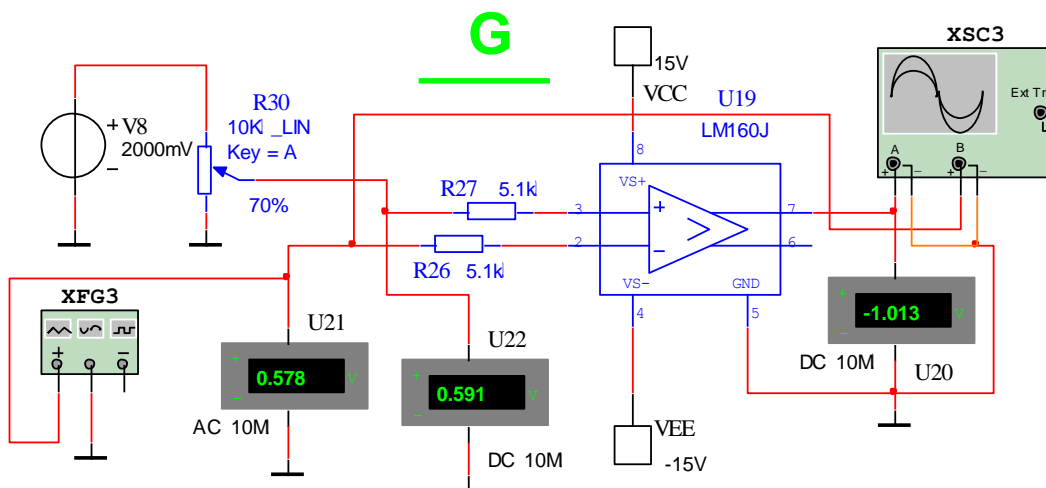


Рисунок 2.7

Содержание эксперимента:

- на экране осциллографа зафиксировать осциллограммы для входных сигналов «синус», «треугольник», «меандр» (см. настройки генератора XFG2, постоянная составляющая равна нулю) для трех значений положения движка потенциометра $R30 = 20, 50$ и 70% (на графиках указать величины $U_{оп}$, $U_{вх}$, для которых происходит опрокидывание компаратора, оси озаглавить);

- повторить измерения для смещения входных сигналов (см. настройки генератора XFG2) на $0,5$ В;

- сделать выводы.

По результатам всей работы создать отчет. В отчете должно быть отражено:

- название лабораторной работы;

- группа и ФИО студента;

- сформулированная цель работы;

- принципиальные электронные рабочие схемы;

- таблицы с результатами эксперимента и расчета;

- картинки в виде осциллограмм;

- краткие выводы по результатам работы.

3 Контрольные вопросы

3.1 Дать определение термину «операционный усилитель» (ОУ).

3.2 Типовые характеристики ОУ.

3.3 Основные соотношения для инвертирующей схемы включения ОУ.

3.4 Основные соотношения для неинвертирующей схемы включения ОУ.

3.5 Амплитудно-частотная характеристика ОУ и влияние отрицательной обратной связи (ООС) на ее вид.

3.6 Области применения ОУ.

3.7 Суммирующий ОУ, его коэффициент передачи по напряжению.

3.8 Дифференциальный ОУ, расчет коэффициента усиления по напряжению, его зависимость от сопротивлений во входных цепях и цепи ООС.

3.9 Интегрирующий ОУ, основные расчетные соотношения интегратора.

3.10 Дифференцирующий ОУ, определение и основные расчетные соотношения.

3.11 Устройство сравнения на ОУ, принцип работы, особенности схемы.

3.12 Конструктивные особенности, достоинства и недостатки ОУ.

Лабораторная работа №8

«Изучение работы электронных автогенераторов»

1 Цель работы: Изучить принципы функционирования автогенераторов на основе усилительных каскадов, исследовать работу RC генератора на биполярном транзисторе и генератора с мостом Вина в обратной связи операционного усилителя (ОУ).

2 Порядок выполнения работы

2.1 Загрузить рабочие схемы (файлы: KontGen, RCgen и RCgen_OY из папки «Рабочий стол/Электроника ЛР/GEN/»).

2.7 Активировать программу KontGen (меню «Simulate/Run») и провести эксперимент со схемами четырехполюсников на основе RC цепей (см. рисунок 2.1).

Содержание первого эксперимента:

- начальное значение емкостей C1-C3 (Схема А) задаются согласно соотношению

$$C = N_{ф} * 2 \text{ нФ},$$

где $N_{ф}$ - номер фамилии студента по списочному составу группы;

- рассчитать частоту f_0 (см. формулу (1.1)), на которой сдвиг фаз составляет 180 градусов, для пяти значений емкости C ($C_{i+1} = 2 * C_i$), данные занести в таблицу 1;

- с помощью графопостроителя АЧХ и ФЧХ (Bode Plotter) и анализатора графиков (Grafer/Analyses List) измерить соответствующие параметры (f_0 и β) четырехполюсников с разными величинами C , данные занести в таблицу 1 ($1 \leq i \leq 5$);

Таблица 1

(Схема А)

C , нФ				
f_0 расчетная, на которой сдвиг фаз равен 180° , Гц				
f_0 измеренная, на которой сдвиг фаз равен 180° , Гц				
β				

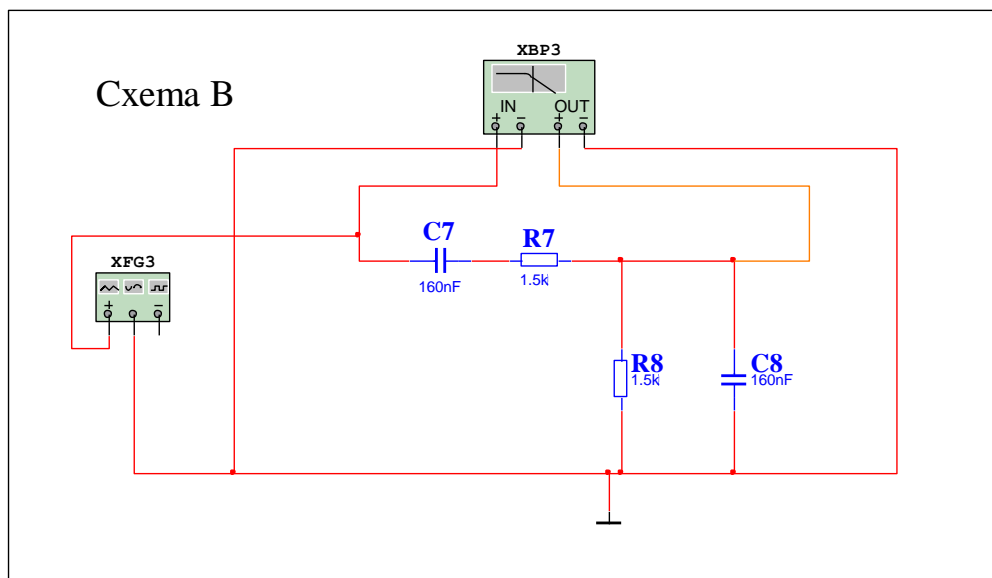
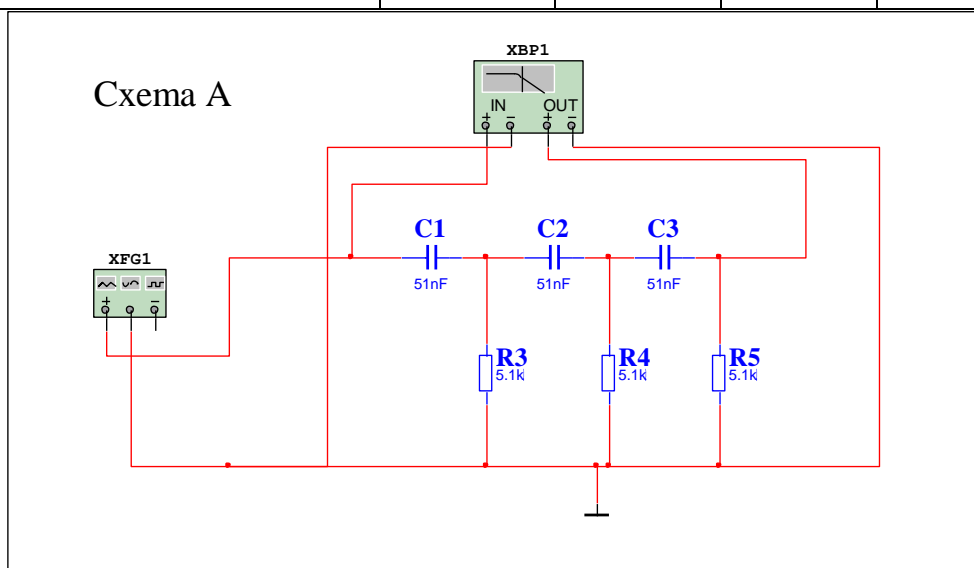


Рисунок 2.1 - Схемы четырехполюсников
Схема А – трехзвенный, Схема В – мост Вина

Содержание второго эксперимента:

- начальное значение емкостей $C7, C8$ (см. рисунок 2.1, Схема В) задаются согласно соотношению

$$C = 100 + N_0 * 20 \text{ нФ},$$

где N_0 - номер фамилии студента по списочному составу группы;

- рассчитать частоту f_{0p} (см. формулу (1.2)), на которой сдвиг фаз составляет 0 градусов, для пяти значений емкости C ($C_{i+1} = 2 * C_i$), данные занести в таблицу 2 ($1 \leq i \leq 5$);

- с помощью графопостроителя АЧХ и ФЧХ (Bode Plotter) и анализатора графиков (Grafer/Analyses List) измерить соответствующие параметры ($f_{0и}$ и β) четырехполюсников с разными величинами C , данные занести в таблицу 1;

Таблица 2

(Схема В)

$C, \text{ нФ}$				
f_{0p} расчетная, на которой сдвиг фаз равен 0° , Гц				
$f_{0и}$ измеренная, на которой сдвиг фаз равен 0° , Гц				
β				

Содержание третьего эксперимента:

- собрать схему автогенератора, представленную на рисунке 2.2 (открыть исполняемый файл RCgen);

- подбором сопротивления смещения $R1$ добиться возникновения генерации в схеме (контроль осуществляется по экрану осциллографа и показаниям частотомера);

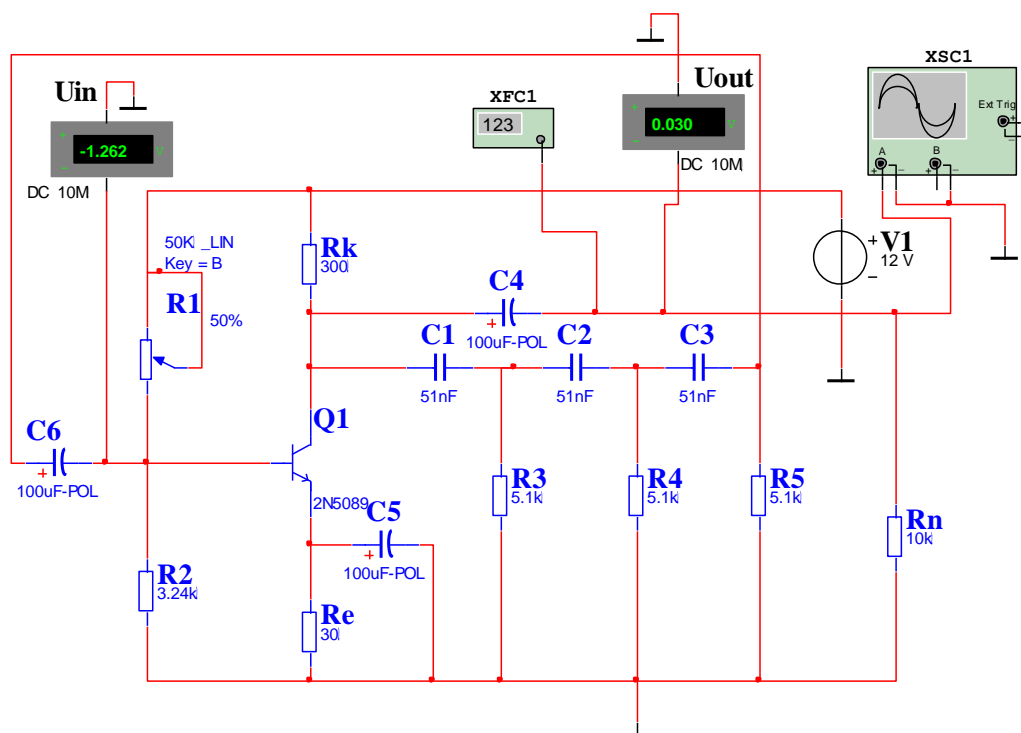


Рисунок 2.2 - Рабочая схема автогенератора на основе трехзвенного четырехполюсника в цепи ПОС транзисторного усилительного каскада

- исследовать зависимость частоты автоколебаний от параметров RC-цепи ПОС (для значений C_i из таблицы №1). Результаты занести в таблицу 3.

Таблица 3

C_i , нФ				
f_{0p} расчетная, Гц				
$f_{0и}$ измеренная, Гц				
$U_{in\sim}$, В				
$U_{out\sim}$, В				
K_u				

K_u определяется по показаниям вольтметров на входе и выходе ОУ.

По результатам эксперимента сделать выводы.

Содержание четвертого эксперимента:

- собрать схему автогенератора, представленную на рисунке 2.3 (открыть исполняемый файл RCgen_OY);

- подбором сопротивления смещения R4 добиться возникновения генерации в схеме (контроль осуществляется по экрану осциллографа и показаниям частотомера);

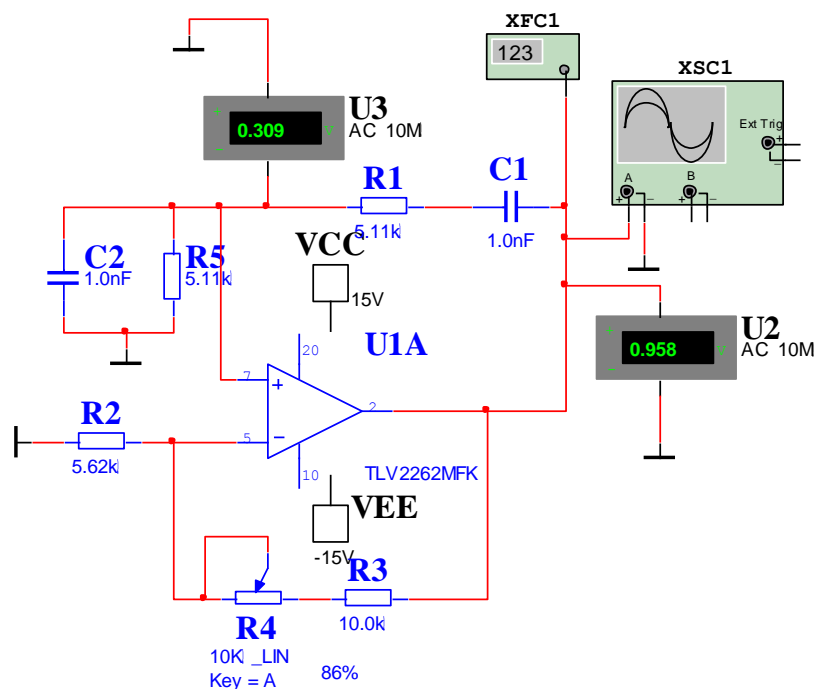


Рисунок 2.3 - Рабочая схема автогенератора на основе ОУ и моста Вина в цепи ПОС

- исследовать зависимость частоты автоколебаний от параметров RC-цепи ПОС (для значений C_i из таблицы №2). Результаты занести в таблицу 4.

Таблица 4

C_i , нФ				
------------	--	--	--	--

f_{0p} расчетная, Гц				
$f_{0и}$ измеренная, Гц				
$U_{in\sim}$, В				
$U_{out\sim}$, В				
K_u				

K_u определяется по показаниям вольтметров на входе и выходе ОУ.
По результатам эксперимента сделать выводы

3 Контрольные вопросы

- 3.1 Дать определение термину «автогенератор» (АГ).
- 3.2 Необходимые и достаточные условия возникновения колебаний напряжения на выходе усилительного каскада.
- 3.3 О чем говорит термин «баланс амплитуд»?
- 3.4 О чем говорит термин «баланс фаз»?
- 3.5 Классификация АГ.
- 3.6 Области применения АГ.
- 3.7 От чего зависит форма напряжения на выходе АГ?
- 3.8 Достоинства и недостатки LC – автогенераторов.
- 3.9 Достоинства и недостатки RC – автогенераторов.
- 3.10 Виды частотно зависимых обратных связей.
- 3.11 Каким образом обеспечить выполнение условий «баланса фаз» и амплитуд» при настройке АГ.
- 3.12 Особенности построения АГ при использовании в качестве усилительного элемента операционного усилителя.

Лабораторная работа №9

«Исследование работы стабилизаторов напряжения компенсационного и импульсного типов»

1 Цель работы: Изучить особенности работы электронных стабилизаторов постоянного тока, их разновидности, достоинства и недостатки, критерии оценки основных параметров работы стабилизаторов компенсационного и импульсного типов.

2 Задание на лабораторную работу

Для выполнения лабораторной работы необходимо с помощью виртуального комплекта исследовать работу компенсационного стабилизатора напряжения и ШИМ стабилизатора.

В ходе выполнения задания требуется оценить влияние конструктивных элементов на параметры выходного напряжения изучаемых стабилизаторов: сопротивления нагрузки R_n , значения входного напряжения, качества фильтров низких частот (ФНЧ), коэффициента передачи цепи ОС.

В отчете по работе необходимо предоставить табличный и графический материал по каждому эксперименту, сделать выводы.

В конце отчета формируется вывод по всему практическому материалу.

3 Порядок выполнения работы

3.1 Загрузить рабочие схемы (файл: KSN.ms11 и ISN.ms11 из папки «Рабочий стол/Электроника ЛР/СТАВ/»).

3.2 Активировать исполняемый файл (меню «Simulate/Run») и провести последовательно эксперименты со схемами компенсационного (KSN.ms11- см. рисунок 3.1) и широтно-импульсного (ISN.ms11 - см. рисунок 3.2) стабилизаторов.

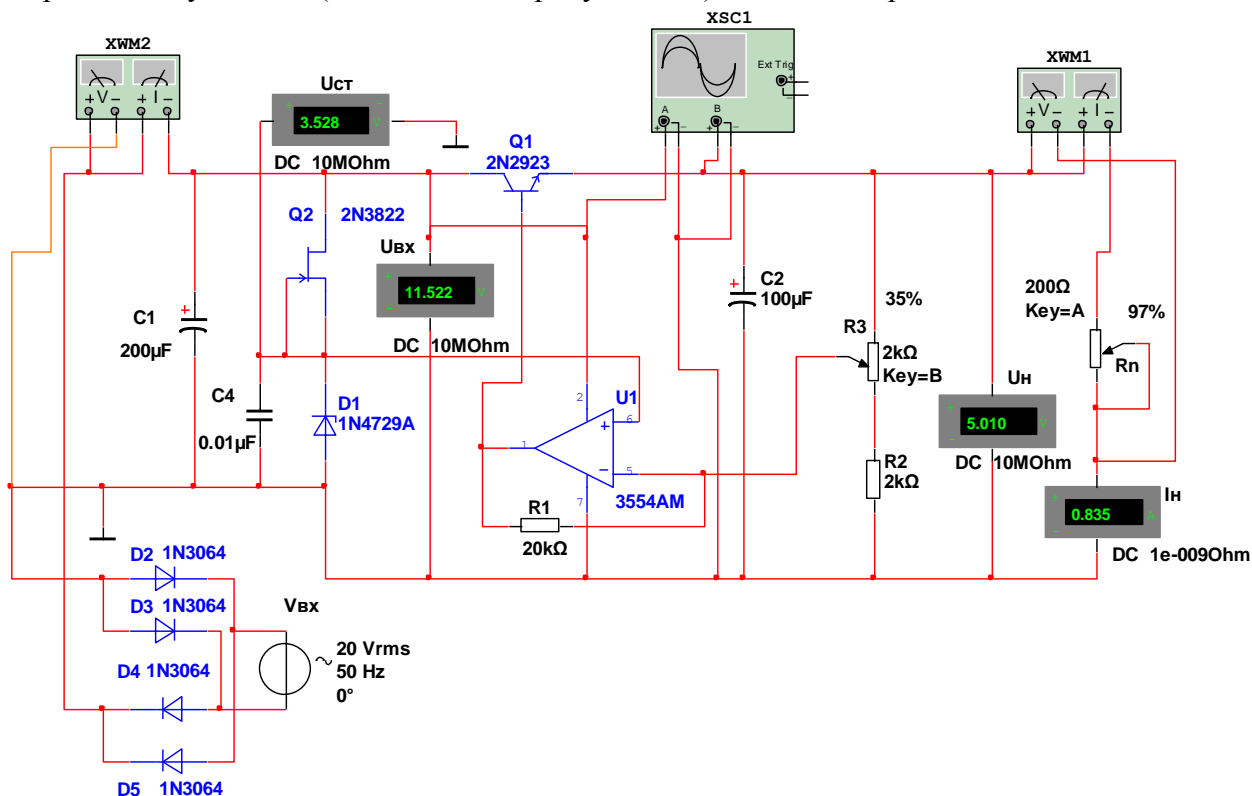


Рисунок 3.1 – Принципиальная схема компенсационного стабилизатора последовательного типа

Содержание первого эксперимента (KSN.ms11):

- начальное значение емкостей C1 задается согласно соотношению:

$$C1 = N_{\text{ф}} * 100 \text{ mkF},$$

где $N_{\text{ф}}$ - номер фамилии студента по списочному составу группы;

- начальное значение напряжения $V_{\text{вх}}$ установить равным:

$$V_{\text{вх}} = 15 + N_{\text{ф}} / 2 \text{ В},$$

где $N_{\text{ф}}$ - номер фамилии студента по списочному составу группы.

3.2.1 Изменяя сопротивление нагрузки $R_{\text{н}}$ (8-10раз) от 0 до максимального зафиксировать значения входного напряжения $U_{\text{вх}}$, выходного напряжения $U_{\text{н}}$, амплитуду пульсаций выходного напряжения $\sim U_{\text{н}}$ (используя осциллограф), тока нагрузки $I_{\text{н}}$, показания входного и выходного ваттметров. Полученные значения занести в таблицу 3.1

Таблица 3.1

Результаты измерения и расчетов работы стабилизатора компенсационного типа

$R_{\text{н}},$ Ом	$V_{\text{вх}},$ В	$U_{\text{вх}},$ В	$U_{\text{н}},$ В	$I_{\text{н}},$ А	$P_{\text{вх}},$ Вт	$P_{\text{вых}},$ Вт	$\sim U_{\text{н}},$ В	$K_{\text{ст}}$	$R_{\text{вых}},$ Ом	$\eta_{\text{ст}},$ %

На основе полученных данных, применив известные выражения вычислить технические параметры работы стабилизатора.

3.2.2 Увеличить значение начального входного напряжения $V_{\text{вх}}$ на 20% и повторить эксперимент п/п 3.2.

- графический материал;
- выводы по каждому разделу работы и итоговые.

6 Контрольные вопросы

- 6.1 Дать определение термину «стабилизатор постоянного напряжения» .
- 6.2 Классификация стабилизаторов постоянного напряжения.
- 6.3 Принцип работы параметрического стабилизатора.
- 6.4 Область применения параметрических стабилизаторов
- 6.5 Принцип работы компенсационного стабилизатора.
- 6.6 Достоинства и недостатки компенсационных стабилизаторов.
- 6.7 Области применения компенсационных стабилизаторов.
- 6.8 Принцип работы стабилизатора импульсного типа.
- 6.9 Классификация стабилизаторов импульсного типа
- 6.10 Достоинства и недостатки стабилизаторов импульсного типа.
- 6.11 Область применения стабилизатора импульсного типа.
- 6.12 Основные характеристики стабилизаторов постоянного напряжения.
- 6.13 Особенности построения стабилизаторов постоянного тока на основе операционного усилителя в функции усилителя разбаланса.

Результат выполнения каждой лабораторной работы должен быть оформлен в виде отчета:

Структура отчета:

1. Титульный лист с указанием номера работы, названия работы, ФИО обучающегося, ФИО и должность проверяющего.
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала.
4. Задание на работу, исходные данные.
5. Ход выполнения работы, расчеты с пояснениями.
6. Выводы по работе.

После выполнения работы и оформления отчета проводится защита отчета по контрольным вопросам, которые представлены в методических указаниях по лабораторной работе.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Рабочей программой дисциплины «Электроника» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины, подготовку к практическим занятиям, написание реферата; работу с Интернет-источниками; подготовку к контрольным работам, и сдаче зачета с оценкой.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины «Электроника». По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить, краткий конспект

основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет- ресурсы; проводить поиск в различных системах, сайтов и обучающих программ, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С целью развития творческой активности студентов в ходе проведения занятий могут предусматривать выступления студентов на практических занятиях с подготовленными ими рефератами.

Для лучшей усвоения учебного материала и подготовки к семинарским занятиям предполагается активная внеаудиторная самостоятельная работа студентов с учебной литературой, с нормативными (ГОСТАми), методическими и справочными материалами.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина - **Электроника**

Код, направление подготовки - 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) - Автоматизированные системы обработки информации и управления

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ОПК-1	Знать: З1 – Предмет и задачи курса. История развития и становления электроники. Общие понятия, термины и определения.	Не способен назвать основные принципы, общие понятия, термины и определения.	Демонстрирует отдельные знания общих понятий, терминов и определений.	Демонстрирует достаточные знания общих понятий, терминов и определений.	Демонстрирует исчерпывающие знания общих понятий, терминов и определений.
	Уметь: У1- Объяснять физические процессы в полупроводниках. Процессы в электронно-дырочном переходе (ЭДП).	Не умеет объяснять физические процессы в полупроводниках . Процессы в электронно-дырочном переходе (ЭДП).	Умеет анализировать и объяснять физические процессы в полупроводниках х. Процессы в электронно-дырочном переходе (ЭДП).	Умеет анализировать и объяснять физические процессы в полупроводниках х. Процессы в электронно-дырочном переходе (ЭДП).	В совершенстве умеет анализировать и объяснять физические процессы в полупроводниках х. Процессы в электронно-дырочном переходе (ЭДП).
	Владеть: В1 - Вычислительными методами в инженерных задачах электроники	Не владеет методами теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Испытывает затруднения применения методов теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Воспроизводит свободно методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	В совершенстве умеет применять методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
ОПК-7	Знать: З2 – Элементную базу, условно-графическое обозначение элементов.	Не способен назвать элементную базу, условно-графическое обозначение элементов.	Демонстрирует отдельные знания элементной базы, условно-графических обозначений элементов.	Демонстрирует достаточные знания элементной базы, условно-графических обозначений элементов	Демонстрирует исчерпывающие знания элементной базы, условно-графических обозначений элементов

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
	Уметь: У2-Использовать средства измерительной техники и приборы	Не умеет использовать средства измерительной техники и приборы	Умеет использовать средства измерительной техники и приборы	Умеет в необходимом объеме использовать средства измерительной техники и приборы	В совершенстве умеет использовать средства измерительной техники и приборы
	Владеть: В2-Приёмами производства электрических измерений	Не владеет методами и приёмами производства электрических измерений	Испытывает затруднения методами и приёмами производства электрических измерений	Воспроизводит способы и приёмы производства электрических измерений	В совершенстве умеет проводить электрические измерения
ОПК-9	Знать: З3-Программы: Multisim, EWB pro5, PSpice	Не способен назвать программы Multisim, EWB pro5, PSpice	Демонстрирует отдельные знания программ Multisim, EWB pro5, PSpice	Демонстрирует достаточные знания программ Multisim, EWB pro5, PSpice	Демонстрирует исчерпывающие знания программ Multisim, EWB pro5, PSpice
	Уметь: У3-Применять программы Multisim, EWB pro5, PSpice	Не умеет применять программы Multisim, EWB pro5, PSpice	Умеет применять программы Multisim, EWB pro5, PSpice	Умеет в достаточном объеме применять программы Multisim, EWB pro5, PSpice	В совершенстве умеет применять программы Multisim, EWB pro5, PSpice
	Владеть: В3-методиками применения программ Multisim, EWB pro5, PSpice	Не владеет методами использования программного средства Multisim, EWB pro5, PSpice	Испытывает затруднения использования программного средства Multisim, EWB pro5, PSpice	Воспроизводит способы описания методики использования программного средства Multisim, EWB pro5, PSpice	В совершенстве владеет способами описания методики использования программного средства Multisim, EWB pro5, PSpice

КАРТА

обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина - **Электроника**

Код, направление подготовки - **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

Направленность (профиль) - **Автоматизированные системы обработки информации и управления**

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Соколов, С.В. Электроника : учебное пособие / С.В. Соколов, Е.В. Титов ; под редакцией С.В. Соколова. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 204 с. — ISBN 978-5-9912-0344-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/111101	ЭР	25	100	ЭБС Лань
2	Цифровая и интегральная схемотехника [Текст] : методическое указания по изучению дисциплины "Цифровая и интегральная схемотехника", организации самостоятельной работы, студентов, выполнению контрольных работ студентов направления 220400.62 Управление в технических системах очной и заочной форм обучения / ТюмГНГУ ; сост. А. Э. Сидорова. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. - 22 с. http://elib.tyuiu.ru/wp-content/uploads/2014/02/2439.pdf	5+ЭР	25	100	+
3	Лачин, Вячеслав Иванович. Электроника [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 220200 "Автоматизация и управления" / В. И. Лачин, Н. С. Савелов. - 6-е изд., перераб. и доп. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 703 с.	95	25	100	

Заведующий кафедрой
кибернетических систем



О.Н. Кузяков

« 6 » 07 2019 г.

Директор БИК



Д.Х. Каюкова

« 6 » 07 2019 г.

М.П.



**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины (модуля)**

на 20__ - 20__ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

Дополнения и изменения внес:

(должность, ученое звание, степень)

(И.О. Фамилия)

(подпись)

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры

_____.

(наименование кафедры)

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____.

Заведующий кафедрой _____ О.Н. Кузяков

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой/

Руководитель образовательной программы _____ О.Н. Кузяков

« ____ » _____ 20__ г.