Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств

11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств»

Квалификация выпускника
Специалист по электронным приборам и устройствам

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 3 года 10 месяцев

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 28-05-2025 12:39:35 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– подготовка обучающихся к профессиональной деятельности по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

Задачами учебной дисциплины являются:

– научить обучающихся проектировать и рассчитывать схемы, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию электронных приборов и устройств.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по специальности

Учебная дисциплина входит в состав профессионального модуля ПМ.03 «Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа» профессионального цикла ООП по специальности 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Информатика;
– Математика;
– Физика;
– Информатика;
– Проектная деятельность 1;
– Математическое моделирование;
– Инженерная графика;
– Электротехника;
– Электронная техника;
– Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты;
– Проектная деятельность 2;
– Математика;
– Физика.

Учебная дисциплина дополняет умения и знания, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Технология настройки и регулировки электронных приборов и устройств;
– Основы диагностики и обнаружения отказов и дефектов электронных приборов и устройств;
– Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа;
– Производственная практика;
– Метрология, стандартизация и сертификация;
– Цифровая схемотехника;

– Микропроцессорные системы;
– Электрорадиоизмерения;
– Проектная деятельность 3.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Общие компетенции

– 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 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.

Профессиональные компетенции

– 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

Обучающийся должен быть готов к выполнению основных видов профессиональной деятельности:

– проектирование электронных приборов и устройств с использованием пакетов прикладных программ.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь, знать, иметь практический опыт:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Иметь практический опыт
ОК 01. ОК 02. ОК 07. ОК 09. ПК 3.1. ПК 3.2.	осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем, подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных	последовательность взаимодействия частей схем, основные принципы работы цифровых и аналоговых схем, функциональное назначение элементов схем, современную элементную базу	проведения анализа структурных, функциональных и принципиальных схем простейших электронных устройств путем сопоставления различных вариантов,

	устройств с учетом требований технического задания, описывать работу проектируемых устройств на основе анализа электрических принципиальных, функциональных и структурных схем, выполнять чертежи структурных, функциональных и принципиальных схем, применять пакеты прикладных программ для моделирования электрических схем	схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств, программы схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств	разработки электрических схем на основе современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству, моделирования электрических схем с использованием пакетов прикладных программ

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебная деятельность обучающихся предусматривает учебные занятия (лекция, практическое занятие, лабораторное занятие, консультация), самостоятельную работу, выполнение курсового проекта (работы), а также другие виды учебной деятельности, определенные учебным планом и календарным планом воспитательной работы.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс	***ИТОГО***	***6 семестр***	***7 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен, зачет с оценкой по КР*
Трудоёмкость, *академ. час.*	***162***	*82*	*80*
Лекции, *академ. час.*	***32***	*16*	*16*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***16***	*16*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ.*	***64***	*48*	*16*

час.			
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*	***36***	*0*	*36*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*	***1***	*0*	*1*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***7***	*2*	*5*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***6***	*0*	*6*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Проектирование линейных электрических цепей;

Тема 1.1 Задачи и этапы проектирования электронной аппаратуры (Сущность, средства и методы схемотехнического проектирования электронной аппаратуры);

Тема 1.2 Электрические схемы (Виды и типы электрических схем, назначение структурных, функциональных и принципиальных схем, правила чтения электрических схем, правила составления электрических схем, графическое обозначение соединений, УГО элементов схем, элементная база современных электронных устройств);

Тема 1.3 Линейные стационарные цепи во временной и частотной областях (основное соотношение ЛСЦ, системная функция цепи, прямое и обратное преобразование Лапласа, законы Кирхгофа во временной и в частотной областях, комплексный коэффициент передачи ЛСЦ, АЧХ цепи, ФЧХ цепи, прямое и обратное преобразование Фурье, полюса и нули системной функции);

Тема 1.4 Простейшие RC- и LC-цепи (интегрирующая и дифференцирующая RC-цепи, последовательный и параллельный колебательные контуры);

Тема 1.5 LC-фильтры (определение фильтра, классификация фильтров, лестничная цепь LC-фильтра, характеристические и рабочие параметры лестничной цепи, синтез фильтров);

Тема 1.6 Трансформаторы в схемах (теория трансформатора, трансформаторы силовые, трансформаторы согласующие);

Раздел 2 Диодные схемы;

Тема 2.1 Диодные выпрямители и стабилизаторы (назначение и принцип работы диодов и стабилитронов, однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямителей, параметрический стабилизатор напряжения на стабилитроне);

Тема 2.2 Диодные ограничители (принцип работы диодного ограничителя последовательного типа, принцип работы ограничителя параллельного типа, ограничитель с нулевым порогом ограничения, ограничитель с фиксированным порогом ограничения, моделирование схем ограничителей);

Тема 2.3 Ограничители на стабилитронах (принцип работы схем ограничителей на стабилитронах, последовательное и параллельное включение стабилитрона, порог стабилизации, модели стабилитронов, моделирование схемы ограничителя на стабилитроне);

Раздел 3 Усилители и генераторы;

Тема 3.1 Общие сведения об усилителях (параметры усилителей, классификация усилителей);

Тема 3.2 Транзисторы в схемах (назначение и принцип работы биполярного транзистора, схемы включения биполярного транзистора, полевые транзисторы, схемы включения полевого транзистора);

Тема 3.3 Усилительные каскады на биполярных транзисторах (усилительный каскад на транзисторе с общим эмиттером, эмиттерный повторитель, усилительный каскад на транзисторе с общей базой);

Тема 3.4 Усилительные каскады на полевых транзисторах (усилительный каскад с общим истоком, истоковый повторитель);

Тема 3.5 Многокаскадные усилители (АЧХ и ФЧХ усилителя, коэффициент частотных искажений, амплитудная характеристика усилителя, коэффициент нелинейных искажений);

Тема 3.6 Каскады усиления мощности (усилитель мощности класса А с трансформаторным включением нагрузки, двухтактные выходные усилительные каскады);

Тема 3.7 Усилители с обратной связью (обратные связи в усилителе: по напряжению, по току, последовательная, параллельная, отрицательная, положительная);

Тема 3.8 Усилители постоянного тока (УПТ с непосредственной связью, дифференциальные усилительные каскады, коэффициент синфазной передачи, коэффициент ослабления синфазного сигнала);

Тема 3.9 Операционные усилители (структура ОУ, основные параметры операционных усилителей, схемы измерения основных параметров операционных усилителей, инвертирующий усилитель на ОУ, неинвертирующий усилитель на ОУ, преобразователь тока в напряжение, инвертирующий сумматор, неинвертирующий сумматор, интегратор);

Тема 3.10 Избирательные усилители и активные RC-фильтры (параметры избирательных усилителей, избирательный усилитель с LC-контуром, избирательный усилитель с двойным Т-мостом);

Тема 3.11 Генераторы синусоидальных колебаний (условие баланса фаз, условие баланса амплитуд, LC-генератор с трансформаторной обратно связью, генераторы с трёхточечной обратной связью, генератор с трёхзвенным RC-четырёхполюсником, генератор с мостом Вина);

Раздел 4 Импульсная техника;

Тема 4.1 Ключи на биполярных транзисторах (ключевой каскад, ключевой режимы работы транзистора, стационарные процессы ключа, переходные процессы в ключе, увеличение быстродействия ключа);

Тема 4.2 Импульсный режим работы операционных усилителей. Компараторы. Триггер Шмитта (назначение компаратора, принцип работы компаратора на ОУ, принцип работы триггера Шмитта);

Тема 4.3 Триггеры на транзисторах (симметричный триггер, несимметричный триггер (триггер Шмитта), особенности работы триггера Шмитта, схема триггера, моделирование схемы триггера Шмитта);

Тема 4.4 Мультивибраторы (общие сведения, мультивибраторы на транзисторах, физические процессы в мультивибраторе, формирование фронта импульса, формирование плоской вершины импульса, формирование среза импульса, основные параметры колебаний, мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ, мультивибратор на ОУ в ждущем режиме (одновибратор), моделирование схем мультивибраторов);

Тема 4.5 Генераторы линейно изменяющегося напряжения (схема ГЛИН, осциллограммы входного и выходного напряжений ГЛИН).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Тема 1.1.	Задачи и этапы проектирования электронной аппаратуры	1	
Раздел 1; Тема 1.2.	Электрические схемы	1	
Раздел 1; Тема 1.3.	Линейные стационарные цепи во временной и частотной областях	1	
Раздел 1; Тема 1.4.	Простейшие RC- и LC-цепи	1	
Раздел 1; Тема 1.5.	LC-фильтры	1	
Раздел 1; Тема 1.6.	Трансформаторы в схемах	1	

Раздел 2; Тема 2.1.	Диодные выпрямители и стабилизаторы	1	
Раздел 2; Тема 2.2.	Диодные ограничители	1	
Раздел 2; Тема 2.3.	Ограничители на стабилитронах	1	
Раздел 3; Тема 3.1.	Общие сведения об усилителях	1	
Раздел 3; Тема 3.2.	Транзисторы в схемах	1	
Раздел 3; Тема 3.3.	Усилительные каскады на биполярных транзисторах	1	
Раздел 3; Тема 3.4.	Усилительные каскады на полевых транзисторах	1	
Раздел 3; Тема 3.5.	Многокаскадные усилители	2	
Раздел 3; Тема 3.6.	Каскады усиления мощности	2	
Раздел 3; Тема 3.7.	Усилители с обратной связью	2	
Раздел 3; Тема 3.8.	Усилители постоянного тока	2	
Раздел 3; Тема 3.9.	Операционные усилители	2	
Раздел 3; Тема 3.10.	Избирательные усилители и активные RC-фильтры	2	
Раздел 3; Тема 3.11.	Генераторы синусоидальных колебаний	2	
Раздел 4; Тема 4.1.	Ключи на биполярных транзисторах	1	
Раздел 4; Тема 4.2.	Импульсный режим работы операционных усилителей. Компараторы. Триггер Шмитта	1	
Раздел 4; Тема 4.3.	Триггеры на транзисторах	1	
Раздел 4; Тема 4.4.	Мультивибраторы	1	
Раздел 4; Тема 4.5.	Генераторы линейно изменяющегося напряжения	1	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1;	Работа с программами	2	

Тема 1.2.	схемотехнического моделирования электронной аппаратуры		
Раздел 1; Тема 1.3.	Сигналы и системные функции	2	
Раздел 1; Тема 1.4.	LC-цепи и контуры	2	
Раздел 1; Тема 1.5.	LC-фильтры	2	
Раздел 1; Тема 1.6.	Трансформаторы в схемах	2	
Раздел 2; Тема 2.1.	Диодные выпрямители и стабилизаторы	2	
Раздел 2; Тема 2.2.	Диодные ограничители	2	
Раздел 2; Тема 2.3.	Ограничители на стабилитронах	2	
Раздел 3; Тема 3.3.	Усилительные каскады на биполярных транзисторах	4	
Раздел 3; Тема 3.4.	Усилительные каскады на полевых транзисторах	4	
Раздел 3; Тема 3.6.	Каскады усиления мощности	4	
Раздел 3; Тема 3.8.	Усилители постоянного тока	4	
Раздел 3; Тема 3.9.	Схемы на операционных усилителях	4	
Раздел 3; Тема 3.10.	Избирательные усилители и активные RC-фильтры	6	
Раздел 3; Тема 3.11.	Генераторы синусоидальных колебаний	6	
Раздел 4; Тема 4.1.	Ключи на биполярных транзисторах	4	
Раздел 4; Тема 4.2.	Компараторы на операционных усилителях	2	
Раздел 4; Тема 4.3.	Триггеры на транзисторах и операционных усилителях	2	
Раздел 4; Тема 4.4.	Мультивибраторы на транзисторах и операционных усилителях	4	
Раздел 4; Тема 4.5.	Генераторы линейно изменяющегося напряжения	4	
Итого:		**64**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической**

			подготовки
Тема 1.4.	Исследование RC- и LC-цепей во временной и частотной областях	2	
Тема 2.1.	Исследование однополупериодного выпрямителя	2	
Тема 2.1.	Исследование двухполупериодного выпрямителя	2	
Тема 2.1.	Исследование мостового выпрямителя	2	
Тема 3.3.	Исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе	2	
Тема 3.9.	Исследование схем на операционных усилителях	2	
Тема 3.11.	Исследование генератора синусоидальных колебаний	2	
Тема 4.4.	Исследование мультивибратора на операционном усилителе	2	
Итого:		**16**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 3; Тема 3.1; Тема 3.2; Тема 3.3; Тема 3.4; Тема 3.5; Тема 3.6.	Проектирование многокаскадного усилителя на транзисторах	36	
Итого:		**36**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Оформление отчета по лабораторной работе; 4. Подготовка к	1	

	лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию; 6. Прохождение тестирования.		
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Оформление отчета по лабораторной работе; 4. Подготовка к лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию; 6. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Оформление отчета по лабораторной работе; 4. Подготовка к лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию; 6. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Оформление отчета по лабораторной работе; 4. Подготовка к лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию; 6. Прохождение тестирования.	2	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой работы*	36	0
	Консультации	1	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	6	
Итого:		**50**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства

Раздел 1.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.1.; ПК 3.2.	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 3. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 4. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 5. Наблюдение за работой на практическом занятии; 6. Отчет о лабораторной работе; 7. Отчет о практической работе; 8. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 9. Тестовые задания
Раздел 2.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.1.; ПК 3.2.	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 3. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 4. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 5. Наблюдение за работой на практическом занятии; 6. Отчет о лабораторной работе; 7. Отчет о практической работе; 8. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 9. Тестовые задания
Раздел 3.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.1.; ПК 3.2.	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 3. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 4. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 5. Наблюдение за работой на практическом занятии; 6. Отчет о лабораторной работе;

		7. Отчет о практической работе; 8. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 9. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 10. Тестовые задания
Раздел 4.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.1.; ПК 3.2.	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 3. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 4. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 5. Наблюдение за работой на практическом занятии; 6. Отчет о лабораторной работе; 7. Отчет о практической работе; 8. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 9. Тестовые задания
Курсовая работа.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.1.; ПК 3.2.	1. Вопросы к защите курсовой работы
Экзамен.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.1.; ПК 3.2.	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о лабораторной работе; отчет о практической работе; оценивание этапов выполнения курсовой работы; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале лекции педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
	30	

	60	
	100	

Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценки выполнения курсовой работы	Оценка
Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично
Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	хорошо
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	удовлетворительно
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня умений и знаний обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется не менее 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл; в заданиях на соответствие за каждый правильный ответ – 0,5 баллов.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно

9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные	2,5

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
и выводы.	
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.7 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.8 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.9 Рекомендации по оцениванию отчета о лабораторной работе

Оформление отчета о проделанной лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о лабораторной работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о лабораторной работе.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о лабораторной работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о лабораторной работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о лабораторной работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.10 Рекомендации по оцениванию в процессе собеседования при защите отчета о лабораторной работе

Подготовку к защите отчета о лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о лабораторной работе представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о лабораторной работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: курсовая работа; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к защите курсовой работы; вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы

Оценка	Требования к знаниям
	на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать

Оценка	Требования к знаниям
	теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) основная литература:

1 Червяков, Г. Г. Электронная техника : учебное пособие для спо / Г.Г. Червяков, С.Г. Прохоров, О.В. Шиндор. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2023. – 250 с. – ISBN 978-5-534-11052-4. – URL: https://urait.ru/bcode/517291 (дата обращения: 20.05.2025);

2 Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника : учебник и практикум для спо / С.А. Миленина, Н.К. Миленин. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 406 с. – ISBN 978-5-534-04676-2. – URL: https://urait.ru/bcode/536766 (дата обращения: 20.05.2025);

3 Берикашвили, В. Ш. Электроника и микроэлектроника: импульсная и цифровая электроника : учебное пособие для спо. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 242 с. – ISBN 978-5-534-06256-4. – URL: https://urait.ru/bcode/539963 (дата обращения: 20.05.2025).

б) дополнительная литература:

1 Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2 : учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 421 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10368-7. – URL: https://urait.ru/bcode/542116 (дата обращения: 20.05.2025);

2 Миловзоров, О. В. Основы электроники : учебник для спо / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. – 6-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 344 с. – ISBN 978-5-534-03249-9. – URL: https://urait.ru/bcode/536813 (дата обращения: 20.05.2025);

3 Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 : учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 382 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10366-3. – URL: https://urait.ru/bcode/542115 (дата обращения: 20.05.2025).

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Электронная библиотека Издательского центра «Академия» / ИП Бурцева Антонина Петровна. – Москва, [200 ?]. – URL: https://academia-library.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [Единая профессиональная база знаний издательства Лань для СПО - Издательство Лань (СПО)] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

7 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

д) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории для проведения занятий всех видов, предусмотренных учебным планом, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, мастерские и лаборатории, оснащенные оборудованием, техническими средствами обучения и материалами, учитывающими требования международных стандартов, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Для проведения занятий лекционного типа (лекций) предусмотрена аудитория, оборудованная компьютерной техникой, экраном и мульти-медийным проектором, учебной доской; для проведения практических занятий предусмотрены: кабинет «Информатики», оборудованный учебной доской, компьютерной техникой, экраном, мультимедийным проектором и оснащенный плакатами, наглядными пособиями, оснащенная учебной мебелью; для проведения лабораторных работ предусмотрены: лаборатория «Электронной техники», оборудованная учебной доской, компьютерной техникой, экраном, мультимедийным проектором, оснащенная контрольно- измерительными приборами, лабораторными стендами и комбинированными устройствами, учебной мебелью.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС СПО по направлению подготовки (специальности) 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств».

Составитель(и):

преподаватель Жаров Юрий Александрович (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Руководитель проектов
отдела по внедрению АСУ ТП
РИЦ АСУТП «Сибирь
ООО «ЕвразТехника»
должность, степень, звание
представителя работодателя



Д. Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Единица измерения электрического тока:
а) Вольт.
б) Ампер.
2. Единица измерения активной мощности:
а) Вт.
б) Вар.
в) В•А.
3. Единица измерения удельного электрического сопротивления:
а) Ом•м.
б) Ом/м.
в) $\text{Ом}/\text{м}^2$.
4. Единица измерения электрического заряда:
а) Кулон.
б) Электрон.
5. Свободными электрическими зарядами в металле являются:
а) электроны.
б) нейтроны.
в) позитроны.
6. Единица измерения ЭДС:
а) Вольт.
б) Вебер.
7. Положительное направление электрического тока:
а) от плюса к минусу;
б) от минуса к плюсу.
8. В соответствии с законом Ома:
а) $I = \frac{U}{R}$;
б) $I = \frac{R}{U}$.
9. В соответствии с первым законом Кирхгофа:
а) для узла электрической цепи $\sum_i I_i = 0.$;
б) для контура электрической цепи $\sum_i U_i = \sum_j E_j$.
10. Электрическая ёмкость плоского конденсатора определяется по формуле:
а) $C = \varepsilon \cdot \frac{S}{d}$.
б) $C = \varepsilon \cdot \frac{d}{S}$.
в) $C = \frac{S}{\epsilon \cdot d}$.
где ε – абсолютная диэлектрическая проницаемость диэлектрика,
S – площадь пластин.

d – толщина диэлектрика.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Линейные электрические цепи

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Первый закон Кирхгофа для токов?
2. Второй закон Кирхгофа для напряжений?
3. В чём заключается метод комплексных амплитуд?
4. В чём заключается частотный метод?
5. В чём заключается операторный метод?
6. Временные характеристики линейной цепи?
7. Что такое передаточная функция?
8. Что такое комплексный коэффициент передачи?
9. Что такое переходная характеристика?
10. Что такое импульсная характеристика цепи?

Раздел 2 Диоды и диодные схемы

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Принцип работы диодов?
2. Принцип работы стабилитрона?
3. Однополупериодная схема выпрямителя.
4. Двухполупериодная схема выпрямителя.
5. В чём заключается принцип работы диодных ограничителей последовательного типа.
6. В чём заключается принцип работы диодных ограничителей параллельного типа.
7. Принцип работы ограничителей на стабилитронах с последовательным включением.
8. Принцип работы ограничителей на стабилитронах с параллельным включением.

Раздел 3 Усилители

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1.Что такое усилитель?

2.Что такое усилительный каскад?

3.Какими параметрами характеризуется усилитель?

4.Какой вид имеют частотные характеристики усилителя?

5.Чем объясняется нелинейность амплитудной характеристики усилителя?

6.Что такое переходная характеристика усилителя?

7.Какие виды связи могут быть между каскадами усилителя?

8.Какие преимущества и недостатки усилителя с трансформаторной связью?

9.Что такое обратная связь?

10.Для чего используются обратные связи в усилителях?

11.Чем обусловлены паразитные обратные связи в усилителях?

12.Какие обратные связи существуют в усилителях?

13.Почему положительная обратная связь в усилителях не используется?

14.Как влияет обратная связь на стабильность коэффициента усиления и частотные характеристики усилителя?

15.Что такое режим покоя усилительного каскада?

16.Как определяется входное сопротивления каскада с ОЭ?

17.Как определяется коэффициент усиления каскада с ОЭ?

18.Чем объясняется широкое применение каскада с ОЭ?

19.Каковы основные преимущества каскада с ОК по сравнению с каскадами с ОЭ и ЭБ?

20.Как влияют межкаскадные конденсаторы на частотные характеристики каскада с ОЭ?

21.Что такое усилитель постоянного тока?

22.Что такое дифференциальный усилитель?

23.Что такое операционный усилитель?

24.Из каких каскадов состоит операционный усилитель?

25.Что такое резонансный усиитель?

Раздел 4 Импульсная техника

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Как ускорить процесс переключения транзисторного ключа?

2.Что такое мультивибратор?

3.Какие процессы определяют частоту колебаний транзисторного мультивибратора?

4.Какой принцип действия мультивибратора на ОУ?

5.Чем определяется частота колебаний мултивибратора на ОУ?

6.Какой принцип действия несимметричного мультивибратора на ОУ?

7.Как устроен ждущий мультивибратор на ОУ?

8. Что такое компаратор?

9. Чем отличается триггер Шмитта от компаратора?

10. За счёт каких элементов происходит формирование линейно изменяющегося напряжения в ГЛИН?

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Раздел 1

1. Выражение $I = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T i^2 dt}$ означает:

а) среднее значение тока.

б) среднеквадратичное значение тока.

2. Правильное выражение периода сигнала:

а) $T = \frac{1}{f}$.

б) $T = \frac{2\pi}{f}$.

в) $T = \frac{1}{\omega}$.

3. В соответствии с законом Ома для резистора:

а) $i(t) = \frac{u(t)}{R}$.

б)) $u(t) = \frac{i(t)}{R}$.

4. В соответствии с законом сохранения заряда на конденсаторе:

а) $i(t) = C\frac{du}{dt}$.

б) $u(t) = C\frac{di}{dt}$.

5. В соответствии с законом сохранения потока на индуктивности:

а) $u(t) = L\frac{di}{dt}$.

б) $i(t) = L\frac{du}{dt}$.

6. Собственная реакция цепи представляется в виде:

а) $u_{\text{ВЫХ}}(t) = \sum_i C_i e^{S_i t}$.

б) $u_{\text{ВЫХ}}(t) = \sum_i \frac{C_i}{e^{S_i t}}$.

7. Временные функции u(t) и i(t), описывающие токи и напряжения в ЛСЦ, могут быть представлены с помощью одностороннего преобразования Лапласа в виде функции комплексной частоты:

а) $s = \sigma + j\omega$.

б) $js = \sigma + j\omega$.

8. В частотной области конденсатор представляется импедансом:
а) Z(s) = 1/Cs.
б) Z(s) = Cs.
в) Z(s) = C/s.
8. В частотной области индуктивность представляется импедансом:
а) Z(s) = 1/Ls.
б) Z(s) = Ls.
в) Z(s) = L/s.

9. Системная функция ЛСЦ K(s) – это отображение по Лапласу напряжений:
а) $K(s) = \frac{U_{\text{ВЫХ}}(S)}{U_{\text{ВХ}}(S)}$.
б) $K(s) = \frac{U_{\text{ВХ}}(S)}{U_{\text{ВЫХ}}(S)}$.

10. Выражение комплексной амплитуды:
а) $\dot{U}_m = U_m e^{j\omega t}$.
б) $\dot{U}_m = U_m e^{j\varphi}$.

11. Частотный коэффициент передачи:
а) $K(j\omega) = \frac{\dot{U}_{m\text{ВЫХ}}}{\dot{U}_{m\text{ВХ}}}$.
б) $K(j\omega) = \frac{\dot{U}_{m\text{ВХ}}}{\dot{U}_{m\text{ВЫХ}}}$.

12. Модуль комплексной частотной характеристики $|K(j\omega)|$ называется:
а) амплитудно-частотной характеристикой цепи.
б) фазочастотной характеристикой цепи.

13. Спектр в ряде Фурье полностью определяет:
а) периодическую функцию времени.
б) непериодическую функцию времени.

14. Прямое преобразование Фурье осуществляет:
а) спектральный анализ функции времени.
б) восстановление функции времени по её спектральной плотности.

15. Корни полинома числителя системной функции называются:
а) нулями системной функции.

б) полюсами системной функции.

16. На рисунке 1 изображена RC-цепь:
а) интегрирующая.
б) дифференцирующая.

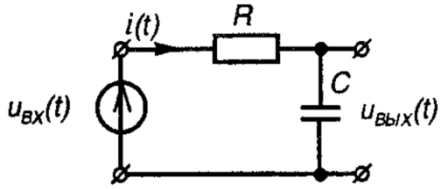


Рисунок 1

17. На рисунке 2 изображён колебательный контур:
а) параллельный.
б) последовательный.

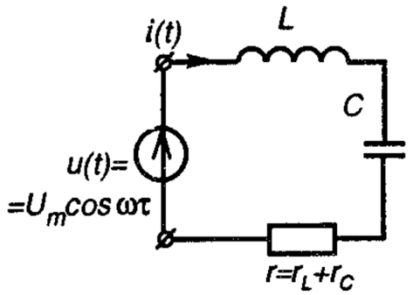


Рисунок 2

18. Добротность контура, изображённого на рисунке 2, вычисляется по формуле:

а) $Q = \frac{\omega_0 L}{r}$.

б) $Q = \frac{\omega_0 C}{r}$.

19. Характеристическое сопротивление контура вычисляется по формуле:

а) $\rho = \omega_0 L$.

б) $\rho = \omega_0 C$.

20. АЧХ идеального фильтра имеет:
а) в полосе пропускания $K(\omega) = 1$, в полосе задерживания $K(\omega) = 0$.
б) в полосе пропускания $K(\omega) = 0$, в полосе задерживания $K(\omega) = 1$.

Раздел 2

1. В полупроводниковом диоде высокоомная область называется:
а) эмиттером.
б) базой.

2. Зависимость теплового тока от температуры полупроводникового диода определяется формулой:

а) $I_T(T) = I_T(T_0)e^{\alpha\Delta T}$.

б) $I_T(T) = I_T(T_0)\alpha\Delta T$.

3. Ток через полупроводниковый диод при приложении прямого напряжения с учётом падения напряжения на базе диода вычисляется по формуле:

а) $I = I_T(e^{(U-Ir_Б)/\varphi_T} - 1)$.

б) $I = I_T(e^{(U-Ir_Б)\varphi_T} - 1)$.

4. Диоды, предназначенные для преобразования переменного тока в постоянный, к быстродействию, ёмкости p-n-перехода и стабильности параметров которых обычно не предъявляют специальных требований, называют:

а) выпрямительными.

б) импульсными.

5. Принцип действия стабилитрона основан на использовании явления:

а) теплового пробоя p-n-перехода при включении диода в обратном направлении.

б) электрического пробоя p-n-перехода при включении диода в обратном направлении.

6. Ток рабочей перегрузки мощного диода – это:

а) среднее значение тока диода, не вызывающего превышения максимально допустимой температуры полупроводниковой структуры из-за малого времени его протекания.

б) среднее значение прямого тока, воздействие которого допускается лишь ограниченное число раз за время службы прибора.

7. Параллельное соединение диодов используется для:

а) увеличения суммарного прямого тока.

б) увеличения суммарного допустимого обратного напряжения.

8. Время, в течение которого падение напряжения на диоде при отпирании спадает от максимального до 1,2 установившегося значения, называется:

а) временем установления прямого сопротивления.

б) временем восстановления обратного сопротивления.

9. На рисунке 3 приведена схема:

а) однофазного однополупериодного выпрямителя.

б) однофазного двухполупериодного выпрямителя с нулевым выводом.

в) однофазного мостового выпрямителя.

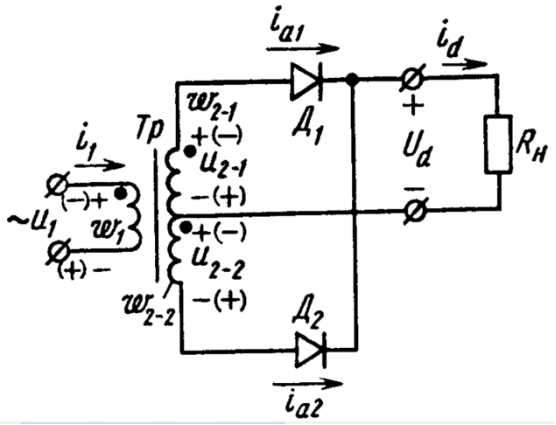


Рисунок 3

10. Коэффициент стабилизации стабилизатора – это:

а) отношение приращения напряжения на выходе стабилизатора к приращению напряжения на входе стабилизатора.

б) отношение относительного приращения напряжения на выходе стабилизатора к относительному приращению напряжения на входе стабилизатора.

11. К p-n-переходу варикапа прикладывается рабочее напряжение:

а) прямое.

б) обратное.

12. На рисунке 4 приведено условное графическое обозначение:

а) варикапа.

б) вариконда.



Рисунок 4

13. На рисунке 5 приведено условное графическое обозначение:

а) стабилитрона.

б) туннельного диода.

в) обращённого диода.



Рисунок 5

14. Участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением существует на ВАХ:

а) стабилитрона.
б) туннельного диода.
в) обращённого диода.

15. На рисунке 6 приведена схема диодного ограничителя:
а) с параллельным включением диода.
б) с последовательным включением диода.

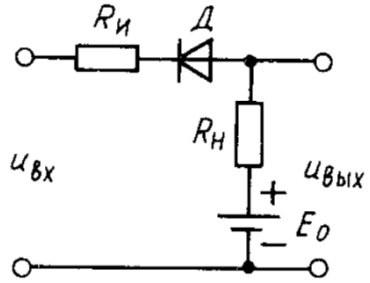


Рисунок 6

16. На рисунке 7 приведена схема диодного ограничителя:
а) с ограничением сверху.
б) с ограничением снизу.

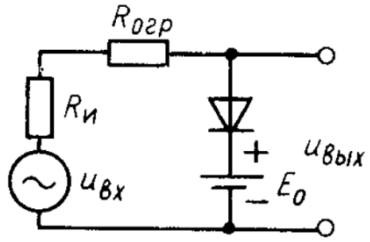


Рисунок 7
17. На рисунке 8 приведена схема ограничителя на стабилитроне:
а) с ограничением по максимуму.
б) с ограничением по минимуму.

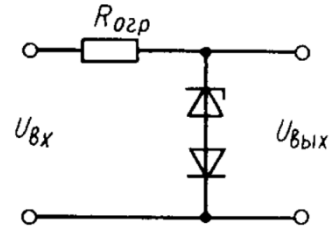


Рисунок 8
18. На рисунке 9 приведена схема ограничителя:
а) с параллельным включением стабилитрона.
б) с последовательным включением стабилитрона.

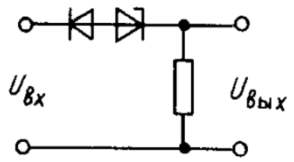


Рисунок 9

19. На рисунке 10 приведена схема детектора средневыпрямленного значения:

а) однополупериодного.

б) двухполупериодного.

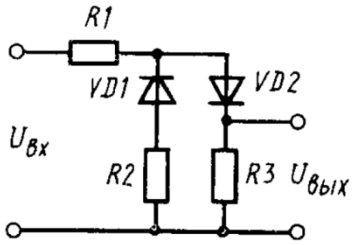


Рисунок 10

20. На рисунке 11 приведена схема пикового детектора:

а) с открытым входом.

б) с закрытым входом.

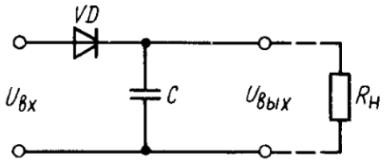


Рисунок 11

Раздел 3

1. Включение биполярного транзистора, при котором к эмиттерному переходу приложено прямое напряжение, а к коллекторному переходу приложено обратное напряжение, называется:

а) нормальным.

б) инверсным.

2. Включение биполярного транзистора по схеме, в которой базовый контакт является общим для входной и выходной цепи, называется схемой:

а) с общим эмиттером.

б) с общим коллектором.

в) с общей базой.

3. Коэффициент усиления транзистора по постоянному току в схеме с ОЭ:

а) $\beta = \frac{I_К}{I_Б}$.

б) $\beta = \frac{I_Э}{I_Б}$.

в) $\beta = \frac{I_К}{I_Э}$.

4. Справедливо выражение для h-параметров усилителя по схеме с ОЭ:

а) $h_{21Э} \approx \frac{I_К}{I_Б}$.

б) $h_{21Э} \approx \frac{I_Э}{I_Б}$.

в) $h_{21Э} \approx \frac{I_К}{I_Э}$.

5. Коэффициент усиления по напряжению усилителя по схеме с ОЭ вычисляется по формуле:

а) $K_U \approx -S \cdot \frac{R_К}{R_Н}$.

б) $K_U \approx -S \cdot \frac{R_Н}{R_К}$.

в) $K_U \approx -S \cdot (R_К || R_Н)$.

6. Коэффициент усиления по напряжению усилителя по схеме с ОБ вычисляется по формуле:

а) $K_U \approx S \cdot \frac{1}{R_К}$.

б) $K_U \approx -S \cdot R_К$.

в) $K_U \approx S \cdot R_К$.

7. Коэффициент усиления по напряжению усилителя по схеме с ОК вычисляется по формуле:

а) $K_U \approx S$.

б) $K_U \approx 1/S$.

в) $K_U \approx 1$.

8. Коэффициент усиления по напряжению усилителя по схеме с ОИ вычисляется по формуле:

а) $K_U \approx -S \cdot \frac{R_С}{R_Н}$.

б) $K_U \approx -S \cdot \frac{R_Н}{R_С}$.

в) $K_U \approx -S \cdot (R_С || R_Н)$.

9. Коэффициент нелинейных искажений – это:

а) корень квадратный из отношения мощностей всех высших гармоник выходного сигнала, появляющихся в результате нелинейных искажений, к полной выходной мощности.

б) корень квадратный из отношения мощностей всех высших гармоник выходного сигнала, появляющихся в результате нелинейных искажений, к мощности первой гармоники.

10. Коэффициент частотных искажений – это:

а) отношение коэффициента усиления на средней рабочей частоте к коэффициенту усиления на границах рабочего диапазона.

б) отношение коэффициента усиления на границах рабочего диапазона к коэффициенту усиления на средней рабочей частоте.

11. Если сигнал обратной связи вычитается из входного сигнала, то обратная связь называется:

а) отрицательной.

б) положительной.

12. Коэффициент обратной связи вычисляется по формуле:

а) $\gamma = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{ос}}}$.

б) $\gamma = \frac{P_{\text{ос}}}{P_{\text{вых}}}$.

13. Петлевым усилением называется величина:

а) $K \cdot \gamma$.

б) K/γ.

в) γ/K.

14. Глубина обратной связи – это:

а) $1 - K \cdot \gamma$.

б) $1 - \frac{1}{K \cdot \gamma}$.

в) $1 + K \cdot \gamma$.

15. Режим активного прибора, при котором ток в выходной цепи протекает в течение всего периода входного сигнала, называется режимом:

а) A.

б) B.

в) C.

г) D.

16. Линия нагрузки по постоянному току представляет собой:

а) ВАХ той части обобщённой цепи, в состав которой не входит нелинейный, управляемый внешним сигналом активный прибор.

б) ВАХ обобщённой цепи, включая нелинейный, управляемый внешним сигналом активный прибор.

17. Коэффициент ослабления синфазного входного напряжения – это:

а) отношение коэффициента усиления дифференциального входного сигнала к коэффициенту усиления синфазного входного сигнала.

б) отношение коэффициента усиления синфазного входного сигнала к коэффициенту усиления дифференциального входного сигнала.

18. Частота единичного усиления ОУ – это частота, на которой модуль коэффициента усиления ОУ равен:

а) 0 дБ.

б) 1 дБ.

19. Коэффициент усиления схемы на ОУ, приведённой на рисунке 12, вычисляется по формуле:

а) $\dot{K}_U = 1 + \frac{\dot{Z}_2}{\dot{Z}_1}$.

б) $\dot{K}_U = -\frac{\dot{Z}_2}{\dot{Z}_1}$.

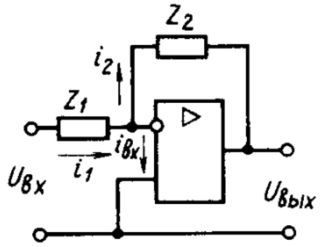


Рисунок 12

20. Условие баланса фаз означает, что полный фазовый сдвиг в усилителе и цепи ОС должен быть равен:

а) $\varphi = 2\pi \cdot n$, где $n = 0, 1, 2, 3,...$

б) $\varphi = \pi \cdot n$, где $n = 0, 1, 2, 3,...$

Раздел 4

1. Участки импульса на рисунке 13 имеют названия:

а) AB – фронт, BC – вершина, CD – срез, AD – основание.

б) AB – срез, BC – вершина, CD – фронт, AD – основание.

в) AB – вершина, BC – срез, CD – фронт, AD – основание.

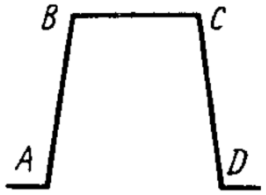


Рисунок 13

2. Скважность импульсов – это:
а) отношение периода к длительности импульса.
б) отношение длительности импульса к периоду.
в) величина, обратная периоду следования импульсов.

3. Оба перехода биполярного транзистора смещены в обратном направлении в режиме:
а) отсечки.
б) нормальном активном.
в) инверсном активном.
г) насыщения.

4. Коэффициент насыщения – это:
а) отношение тока, протекающего в цепи базы в насыщенном режиме, к току базы, при котором транзистор входит в насыщение.
б) отношение превышения тока базы над током, при котором транзистор входит в насыщение, к току, при котором транзистор входит в насыщение.

5. Симметричный триггер на рисунке 14 называется:
а) потенциальным.
б) статическим.
в) потенциальным и статическим.

6. В симметричном триггере на рисунке 14 транзисторы VT1и VT2 охвачены:
а) положительной обратной связью.
б) отрицательной обратной связью.

7. В симметричном триггере на рисунке 14 конденсаторы С1 и С2 предназначены для:
а) ускорения процесса переключения.
б) подавления помех, которые возникают при переключении.

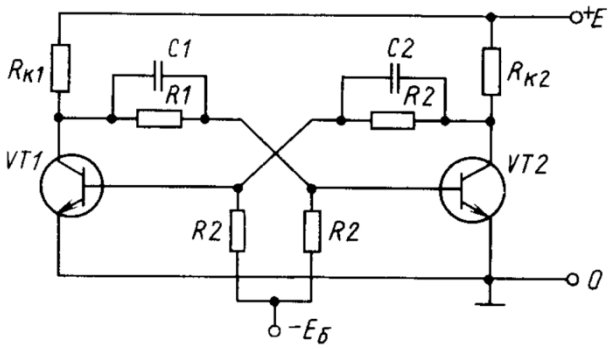


Рисунок 14

8. В несимметричном триггере:

а) напряжение срабатывания больше напряжения отпускания (по модулю).

б) напряжение срабатывания меньше напряжения отпускания (по модулю).

в) напряжение срабатывания равно напряжению отпускания (по модулю).

9. Конденсатор С в схеме транзисторного ключа на рисунке 15 предназначен для:

а) повышения коэффициента насыщения.

б) увеличения начального базового тока включения.

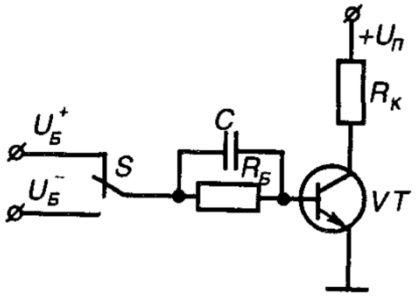


Рисунок 15

10. В схеме мультивибратора на рисунке 16 постоянные времени зарядки конденсаторов определяются по формулам:

а) $\tau_1 = R_{К1} \cdot C_1$, $\tau_2 = R_{К2} \cdot C_2$.

б) $\tau_1 = R_1 \cdot C_1$, $\tau_2 = R_2 \cdot C_2$.

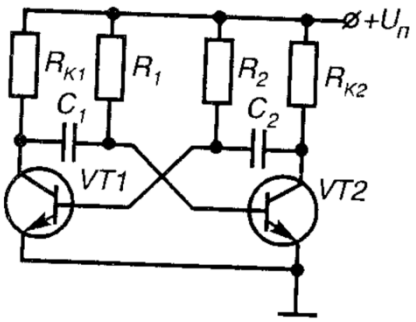


Рисунок 16

11. В схеме мультивибратора на рисунке 16 длительность импульса и паузы определяется по формулам:

а) $t_{\text{И}} \approx 0{,}7 \cdot R_{\text{К1}} \cdot C_1$, $t_{\text{П}} \approx 0{,}7 \cdot R_{\text{К2}} \cdot C_2$.

б) $t_{\text{И}} \approx 0{,}7 \cdot R_1 \cdot C_1$, $t_{\text{П}} \approx 0{,}7 \cdot R_2 \cdot C_2$.

12. В схеме симметричного мультивибратора на рисунке 16 должны выполняться условия:

а) $R_{\text{К1}} = R_1$, $R_{\text{К2}} = R_2$, $C_1 = C_2$.

б) $R_{\text{К1}} = R_{\text{К2}}$, $R_1 = R_2$, $C_1 = C_2$.

13. Переключение мультивибратора на рисунке 17 происходит в момент:

а) превышения напряжения на инвертирующем входе (по модулю) напряжения на неинвертирующем входе (по модулю) ОУ.

б) превышения напряжения на неинвертирующем входе (по модулю) напряжения на инвертирующем входе (по модулю) ОУ.

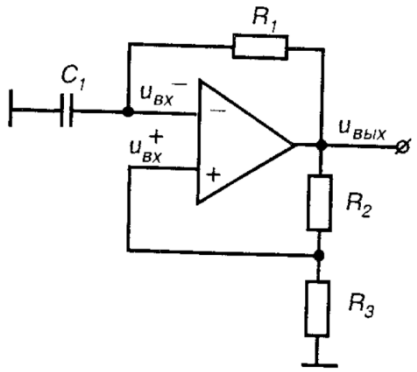


Рисунок 17

14. Напряжение на неинверртирующем входе ОУ в схеме мультивибратора на рисунке 17 вычисляется по формуле:

а) $u_{\text{ВХ}}^{+} = u_{\text{ВЫХ}} \cdot \frac{R3}{R2 + R3}$.

б) $u_{\text{ВХ}}^{+} = u_{\text{ВЫХ}} \cdot \frac{R2}{R2 + R3}$.

в) $u_{\text{ВХ}}^{+} = u_{\text{ВЫХ}} \cdot \frac{R2}{R3}$.

15. В схеме несимметричного мультивибратора на рисунке 18 длительность импульса положительной полярности определяется цепью:

а) R1C1.

б) R4C1.

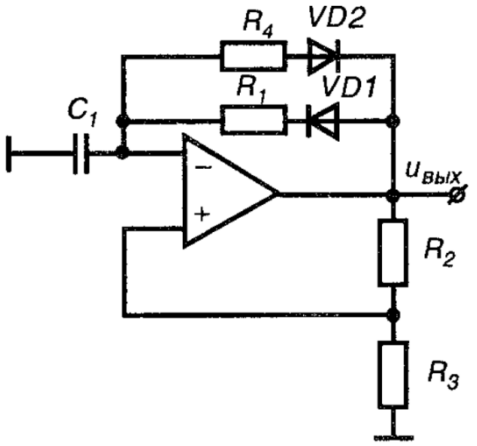


Рисунок 18

16. Схема одновибратора на рисунке 19 запускается импульсом:
а) положительной полярности.
б) отрицательной полярности.

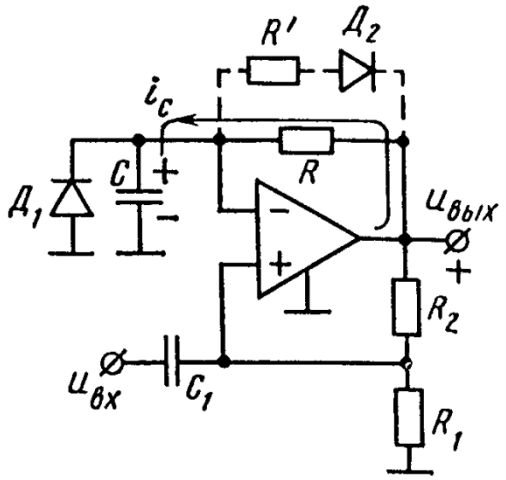


Рисунок 19

17. В схеме генератора линейно изменяющегося напряжения на рисунке 20 рабочий ход осуществляется в течение времени:
а) заряда конденсатора С.
б) разряда конденсатора С.

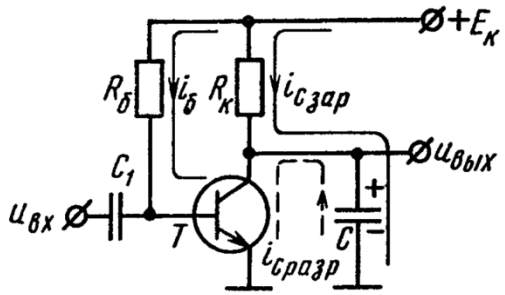


Рисунок 20

18. В схеме генератора линейно изменяющегося напряжения на рисунке 20 линейно измеряющееся напряжение на выходе формируется в течение времени поступления на вход импульса напряжения:

а) положительной полярности.

б) отрицательной полярности.

19. В схеме компаратора на рисунке 21 в случае $U_{\text{ВХ}} > U_{\text{ОП}}$ на выходе будет напряжение:

а) положительной полярности.

б) отрицательной полярности.

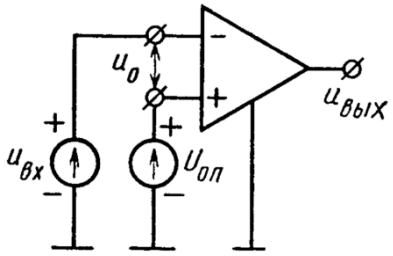


Рисунок 21

20. Схема компаратора на рисунке 22 применяется в случае, если:

а) напряжения Uвх и Uоп превышают допустимые паспортные значения входных напряжений ОУ.

б) необходимо установить определённое входное сопротивление схемы.

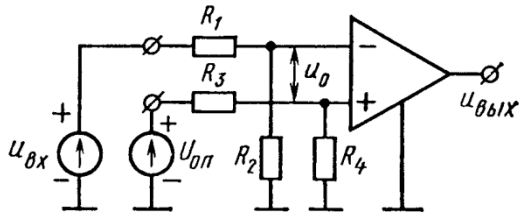


Рисунок 22

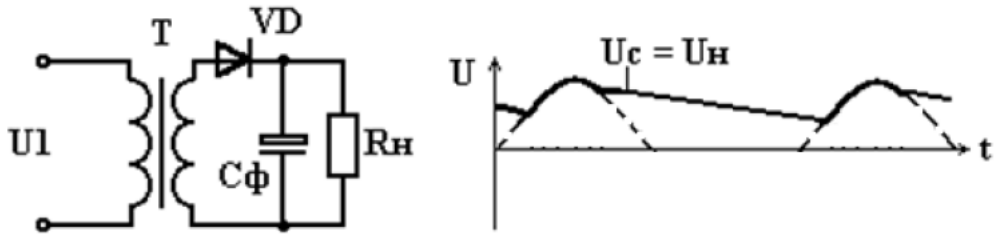
4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры выполнения практических работ по разделу 1.

Пример 1.

Найти значение ёмкости для емкостного фильтра, стоящего на выходе однополупериодного выпрямителя (рисунок 1), чтобы коэффициент пульсаций напряжения на нагрузке составлял 0,2. Сопротивление нагрузки равно 150 Ом, частота сетевого напряжения 50 Гц.

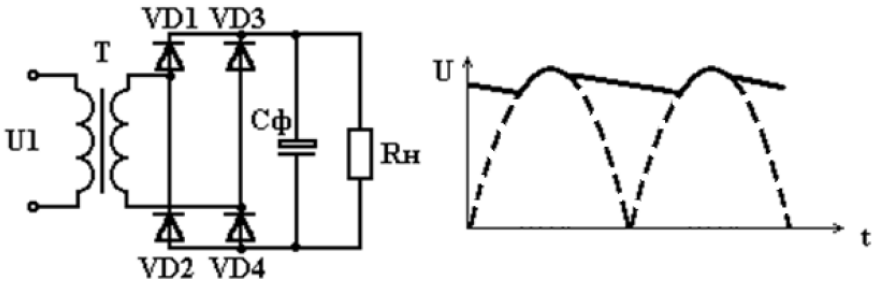


а) б)

Рисунок 1

Пример 2.

К выходу двухполупериодного выпрямителя (рисунок 2) подключен емкостной фильтр с С = 1000 мкФ. Каким должно быть сопротивление нагрузки, чтобы амплитуда пульсаций на ней не превышала 5 В? Частота сетевого напряжения – 50 Гц, среднее значение напряжения нагрузки 250 В.



а) б)

Рисунок 2

Пример 3.

Найти значения С и L для простых емкостного и индуктивного сглаживающих фильтров двухполупериодного выпрямителя для получения коэффициента пульсаций напряжения нагрузки $q_ф$ = 0,01 при двух значениях сопротивления нагрузки: Rн = 10 Ом и Rн = 1 кОм. Частота питающей сети f = 50 Гц.

Пример 4.

Найти значения С и L для сглаживающего LC-фильтра (рисунок 3) двухполупериодного выпрямителя, чтобы коэффициент пульсаций напряжения нагрузки составлял не более 0,01. Сопротивление нагрузки 50 Ом, частота питающей сети f = 50 Гц.

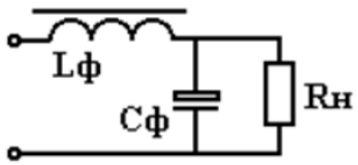


Рисунок 3

Пример 5.

Для схемы двухполупериодного выпрямителя с индуктивным сглаживающим фильтром (рисунок 4) определить коэффициент сглаживания q, если известно, что амплитуда напряжения вторичной обмотки трансформатора U_{2m} = 300 В, выпрямленный ток, проходящий через нагрузку I_0 = 200 мА, частота сети fc = 50 Гц, индуктивность дросселя Lф = 10 Гн.

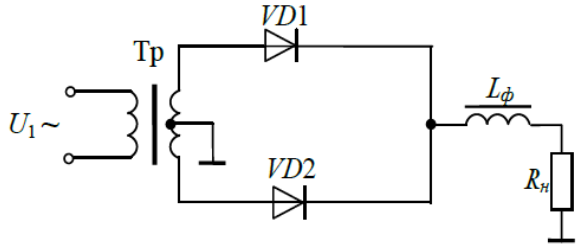


Рисунок 4

Пример 6.

Для уменьшения пульсаций напряжения на приёмнике, подключенном к однополупериодному выпрямителю, используется Г-образный RC-фильтр (рисунок 5). Определить коэффициенты пульсаций (отношение амплитуды основной гармоники напряжения к постоянной составляющей $p=U_{1m}/U_0$) для напряжения на входе и выходе фильтра, если параметры фильтра Rф=1 кОм, Сф=10 мкФ, сопротивление приёмника Rп= 10 кОм. Напряжение на входе фильтра задано уравнением uвх= (70 + 60sin314t) В.

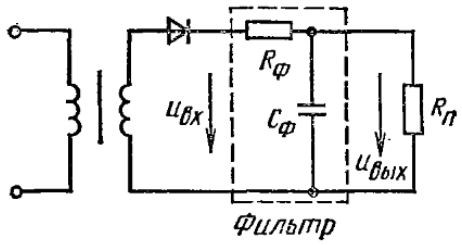


Рисунок 5

Пример 7.

Изобразить примерный вид амплитудно-частотной характеристики резонансного фильтра, схема которого приведена на рисунке 6. Определить частоту, для которой коэффициент передачи фильтра имеет минимальное значение, если Lф= 100 мГн, Сф = 0,007 мкФ.

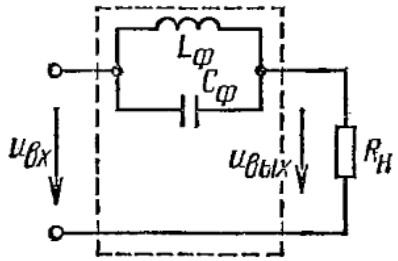


Рисунок 6

Пример 8.

Построить амплитудно-частотную характеристику Kᴜ(ω) фильтра (рисунок 7), если R1=R2=10 кОм, C1=C2=0,001 мкФ.

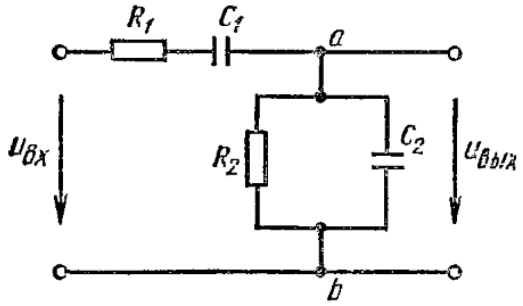


Рисунок 7

Вопросы для собеседования при защите отчёта по практической работе по разделу 1.

1. Почему именно токи катушек индуктивности и напряжения конденсаторов определяют энергетическое состояние электрической цепи?
2. Дать определение коэффициента пульсаций и коэффициента сглаживания для устройств электропитания.
3. Классификация сглаживающих фильтров устроств электропитания, требования к ним.
4. Достоинства, недостатки и область применения простого индуктивного фильтра устройств электропитания.
5. Достоинства, недостатки и область применения простого емкостного фильтра устройств электропитания.
6. Принцип построения и общая характеристика LC и RC-фильтров.
7. Что такое амплитудно-частотная характеристика цепи?
8. Что такое фазочастотная характеристика цепи?
9. Что такое резонанс токов?
10. Что такое резонанс напряжений?

Примеры выполнения практических работ по разделу 2.

Пример 1.

Определить действующее U_2 и амплитудное U_{2m} значения напряжения на вторичной обмотке трансформатора, его коэффициент трансформации n, постоянную составляющую выпрямленного тока I_0, выбрать полупроводниковые вентили для двухполупериодного выпрямителя, выполненного по мостовой схеме (рисунок 1). Выпрямленное напряжение U_0=350 В на нагрузочном резисторе $R_н$=1400 Ом, напряжение питающей сети U_1 =127 В.

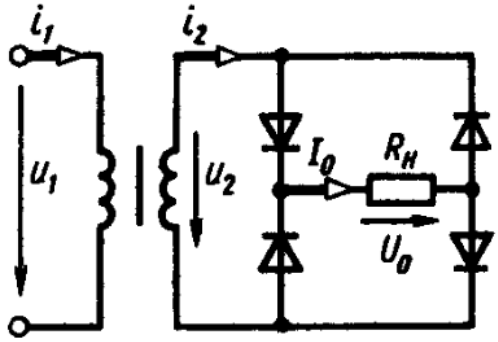
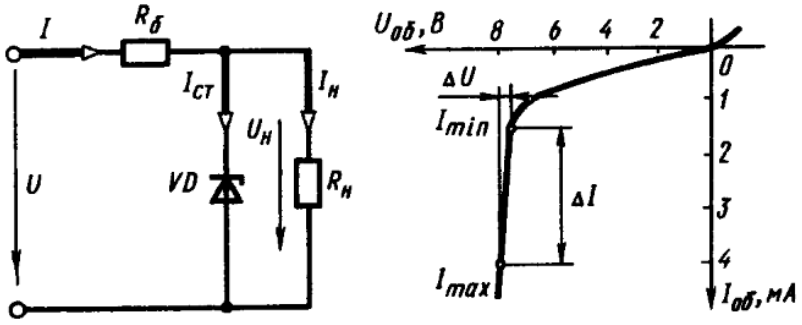


Рисунок 1

Пример 2.

На схеме (рисунок 2, а) полупроводникового стабилизатора напряжения с кремниевым опорным диодом VD определить пределы изменения напряжения $U_н$=7,85 В на нагрузочном резисторе $R_н$=12,5 кОм, если напряжение источника питания U=12 В изменяется в пределах ±10%. Сопротивление балластного резистора $R_б$=1000 Ом, вольт-амперная характеристика диода представлена на рисунке 2, б. Нелинейностью вольт-амперной характеристики на рабочем участке пренебречь.



а) б)

Рисунок 2

Пример 3.

Для условий примера 2 определить среднее значение тока Iср стабилитрона, соответствующее рабочей точке вольт-амперной характеристики, ток Iн в цепи нагрузочного резистора Rн, ток

стабилитрона Iст, напряжение Uб на балластном резисторе при нормальном (номинальном) режиме работы стабилизатора.

Пример 4.

Для полупроводникового стабилизатора напряжения на кремниевом диоде (рисунок 2, а) определить допустимые пределы изменения напряжения ±ΔU на входе, а также коэффициент стабилизации Кст, если напряжение питающей сети U=12 В, сопротивление балластного резистора Rб=1000 Ом, напряжение на нагрузочном резисторе Uн=7,6 В, отклонение напряжения на нагрузке ΔUн=±0,4 В, сопротивление нагрузочного резистора Rн=10 кОм.

Пример 5.

Для диодного амплитудного ограничителя (рисунок 3) при синусоидальной форме входного напряжения построить график входного напряжения и нанести на нём уровни, соответствующие заданным напряжениям смещения, определить интервалы закрытого и открытого состояния диода, для каждого интервала построить кривую изменения выходного напряжения, совместив их по времени на отдельном графике. Амплитуда входного напряжения Uвхm=5 В. ЭДС источника смещения E=2 В.

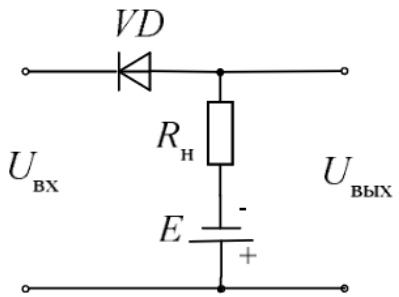


Рисунок 3

Пример 6.

Для диодного амплитудного ограничителя (рисунок 3) при синусоидальной форме входного напряжения построить график входного напряжения и нанести на нём уровни, соответствующие заданным напряжениям смещения, определить интервалы закрытого и открытого состояния диода, для каждого интервала построить кривую изменения выходного напряжения, совместив их по времени на отдельном графике. Амплитуда входного напряжения Uвхm=12 В. ЭДС источника смещения E=9 В.

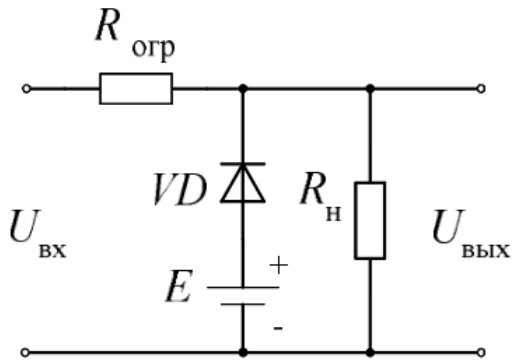


Рисунок 4

Пример 7.

Для амплитудного ограничителей на кремниевом стабилитроне (рисунок 5) при синусоидальной форме входного напряжения построить график входного напряжения и нанести на нём уровни, соответствующие напряжениям стабилизации и прямым напряжениям, в случае последовательного соединения стабилитрона определить уровни, соответствующие суммам напряжений в соответствии с заданной схемой, определить интервалы закрытого и открытого состояний цепей со стабилитронами, для каждого интервала построить кривые изменения выходного напряжения, совместив по времени графики входного и выходного напряжений. Амплитуда входного напряжения Uвхm=6 В. Стабилитрон КС133. Напряжение стабилизации Uст=3,3 В.

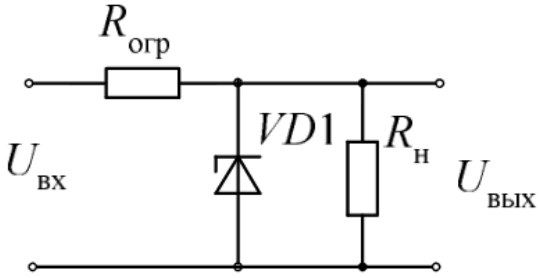


Рисунок 5

Пример 8.

Для амплитудного ограничителей на кремниевом стабилитроне (рисунок 6) при синусоидальной форме входного напряжения построить график входного напряжения и нанести на нём уровни, соответствующие напряжениям стабилизации и прямым напряжениям, в случае последовательного соединения стабилитрона определить уровни, соответствующие суммам напряжений в соответствии с заданной схемой, определить интервалы закрытого и открытого состояний цепей

со стабилитронами, для каждого интервала построить кривые изменения выходного напряжения, совместив по времени графики входного и выходного напряжений. Амплитуда входного напряжения Uвхm=12 В. Стабилитрон КС156. Напряжение стабилизации Uст=5,6 В.

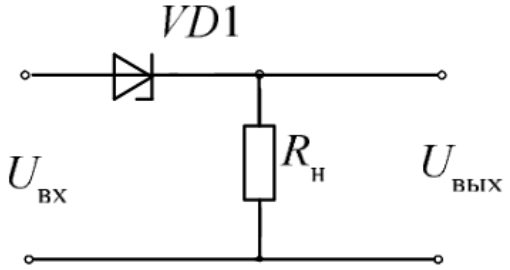
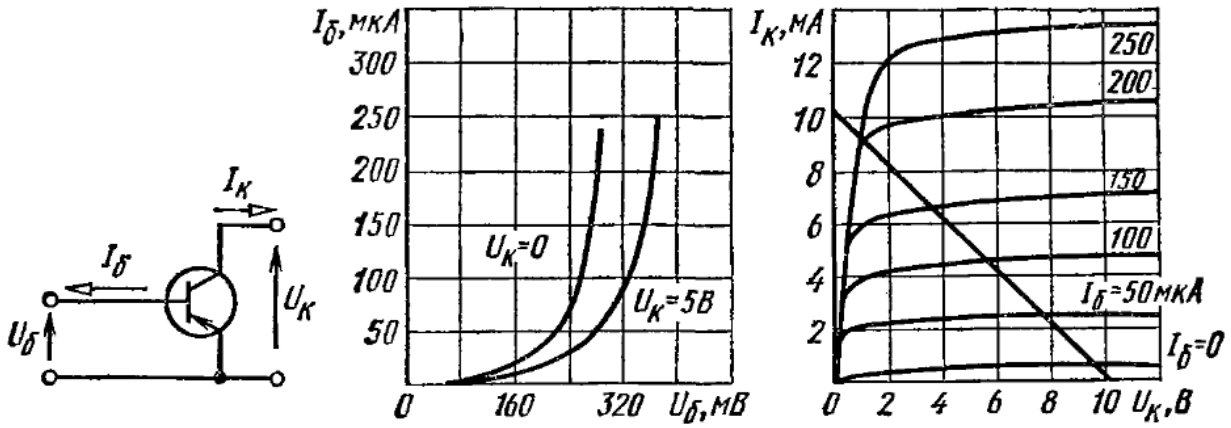


Рисунок 6

Вопросы для собеседования при защите отчёта по практической работе по разделу 2.

1. Что такое выпрямители и для чего они нужны?
2. Виды выпрямителей.
3. В чем отличие между двухполупериодной со средней точкой и однофазной мостовой схемами выпрямителей?
4. Как определяется коэффициент стабилизации стабилизатора?
5. Что такое последовательные диодные ограничители?
6. Что такое параллельные диодные ограничители?
7. От чего в схемах ограничителей зависит вид ограничения (снизу или сверху)?
8. От чего в схемах диодных ограничителей зависит порог ограничения?
9. Куда подключается источник смещения в последовательных и параллельных ограничителях?
10. От чего зависит порог ограничения в схемах ограничителей на стабилитронах?
11. В чем достоинства ограничителей на стабилитронах перед диодными ограничителями?

Примеры выполнения практических работ по разделу 3.
Пример 1.
Определить h-параметры (h11, h12, h21, h22) транзистора ГТ322А по его характеристикам (рисунок 1, б, в), сответствующим схеме с общим эмиттером (рисунок 1, а), для Uк=5 В и Iб=150 мкА. Начертить схему замещения транзистора.

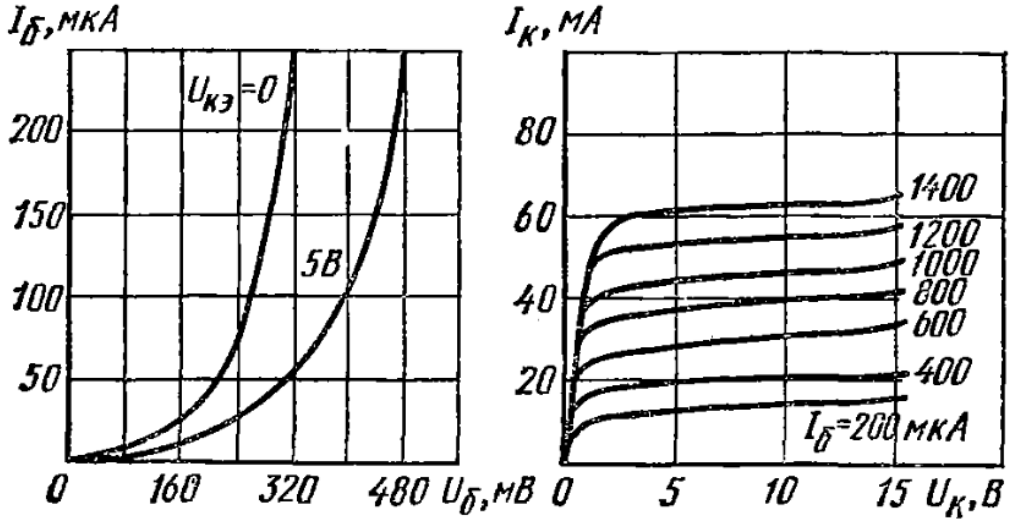


а) б) в)

Рисунок 1

Пример 2.

По входной (рисунок 2, а) и выходным (рисунок 2, б) характеристикам транзистора П416, включенного по схеме с общим эмиттером, определить h-параметры для Uк=5 В и Iб=200 мкА.



а) б)

Рисунок 2

Пример 3.

Определить крутизну характеристики S=dIc/dUз полевого транзистора КП103Л по его выходным характеристикам (рисунок 3) при Uси=10 В, Uз=1,5 В.

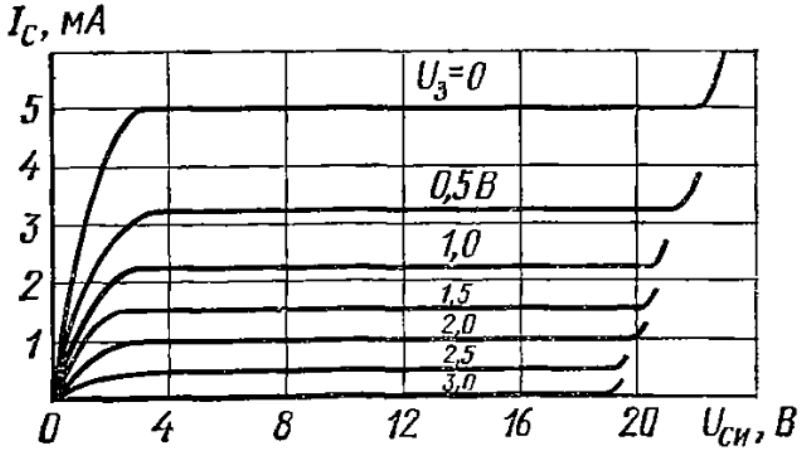


Рисунок 3

Пример 4.

На рисунке 4 приведена схема усилительного каскада с общим эмиттером на транзисторе ГТ322А. Рассчитать сопротивление резистора Rб, при котором рабочая точка в режиме покоя усилителя будет находиться на середине линейных участков входной и переходной характеристик, если Ек=10 В, Rк=1 кОм. Определить коэффициенты усиления по напряжению KU, по току KI, по мощности KP, входное Rвх и выходное Rвых сопротивления усилительного каскада. Значение h11, h21, h22, входные и выходные характеристики транзистора ГТ322А взять из примера 1 (рисунок 1, б, в), значение h12 принять равным нулю.

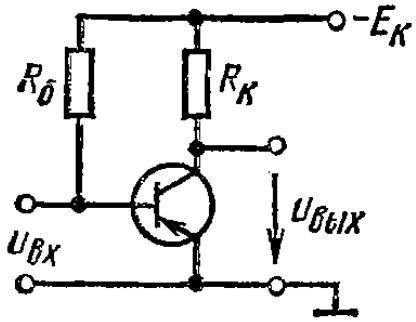


Рисунок 4

Пример 5.

Определить коэффициенты усиления по напряжению KU и по току KI, входное Rвх и выходное Rвых сопротивления усилительного каскада с общим коллектором (рисунок 5) на транзисторе ГТ322А, у которого h11=330 Ом, h21=56, h22=62,5·10^{-6} См, если сопротивление резистора Rэ=1 кОм.

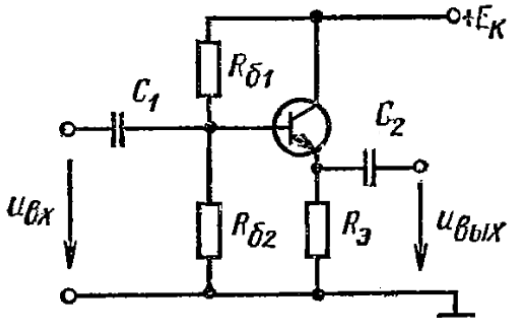
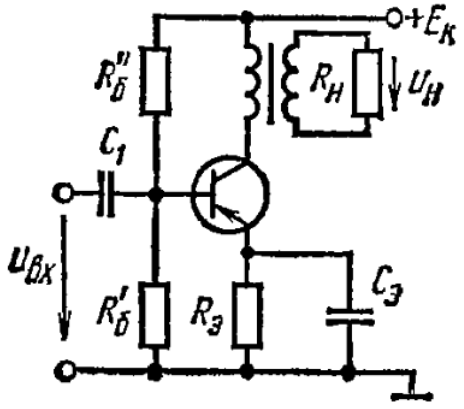


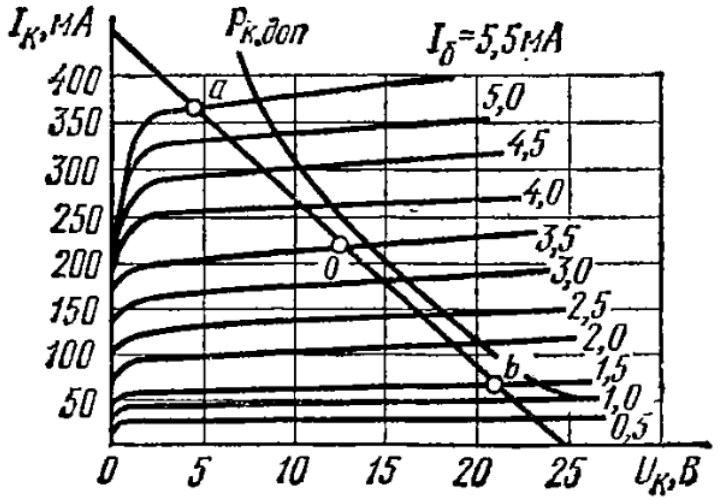
Рисунок 5

Пример 6.

Однотактный усилитель мощности на транзисторе П606 работает в режиме класса А на нагрузочный резистор сопротивлением Rн=20 Ом (рисунок 6, а). Пользуясь семейством выходных характеристик Iк(Uк) транзистора П606 (рисунок 6, б), на которых изображена также кривая допустимой мощности, определить выходную мощность Pн и коэффициент трансформации n выходного трансформатора, обеспечивающий коэффициент усиления по мощности, близкий к максимальному при минимальных нелинейных искажениях, если Eк=12,5 В, Uвхm=2 В.



а)



б)

Рисунок 6

Пример 7.

На рисунке 7 изображена типовая схема включения операционного усилителя в масштабном преобразователе. Определить сопротивления резисторов R1, R2, R3, если KU=100, Rн=10 кОм, Rвх=50 кОм, Rвых=1 кОм, Rг=100 Ом.

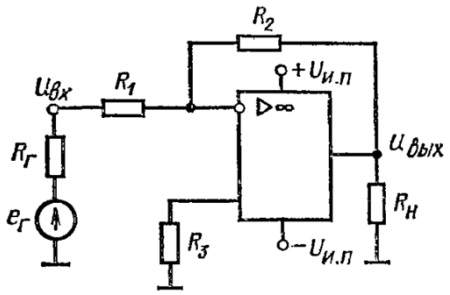


Рисунок 7

Вопросы для собеседования при защите отчёта по практической работе по разделу 3.

1. Причины искажений АЧХ на нижних и верхних частотах. Какие параметры электронного усилителя можно определить по АЧХ?
2. Причины искажений амплитудной характеристики при малых и больших входных напряжениях. Какие параметры электронного усилителя можно определить по амплитудной характеристике?
3. Причины искажений переходной характеристики в области малых и больших времён. Какие параметры электронного усилителя можно определить по переходной характеристике?
4. Причины возникновения линейных искажений в усилителях. Способы уменьшения линейных искажений.
5. Причины возникновения нелинейных искажений в усилителях. Способы уменьшения нелинейных искажений.
6. Понятия входного и выходного сопротивления в усилителях. Каковы условия согласования по сопротивлениям усилителя с входным источником
сигнала (предыдущим каскадом) и с нагрузкой (с последующим каскадом)?
7. Причины возникновения собственных шумов в усилителях. Характеристики шумов.
8. Понятия коэффициент шума, отношение сигнал-шум. Способы уменьшения шумовых параметров в усилителях.
9. Перечислите и дайте краткую характеристику статических параметров операционного усилителя.
10. Перечислите и дайте краткую характеристику динамических параметров операционного усилителя.

Примеры выполнения практических работ по разделу 4.

Пример 1.

Транзисторный ключ (рисунок 1) на n-p-n транзисторе имеет параметры: Rк= 5,1 кОм; Rб= 10 кОм; Ек= 20 В; β= 50; Iко= 10 мкА. Определить Uвых при Еб=0 В и при Еб= 1 В.

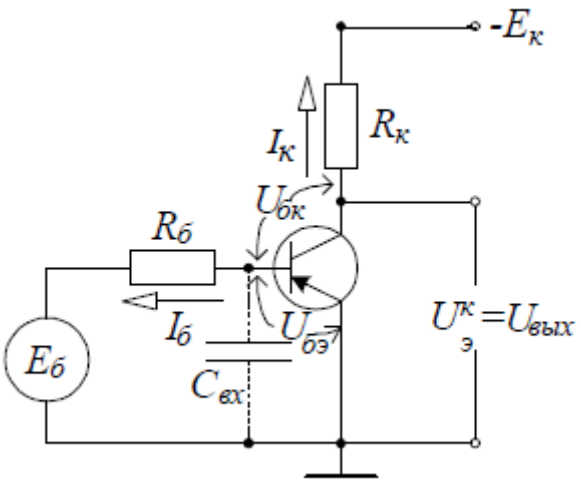


Рисунок 1

Пример 2.

Схема электронного ключа на транзисторе КТ315А приведена на рисунке 2. Параметры элементов схемы: Ек = 12 В, h21 = 50, Rк = 2 кОм, Rн = 5 кОм, R1 = 10 кОм. Определить Uвх и Uн при работе транзистора в режимах отсечки и насыщения. Напряжением UБЭ и тепловым током Iко пренебречь.

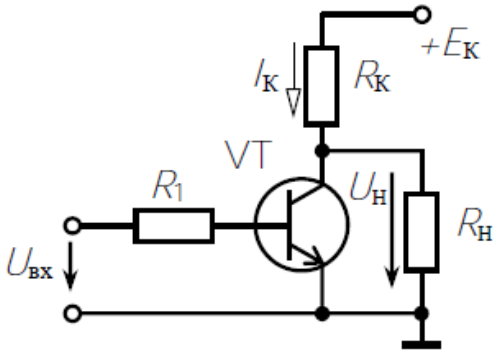


Рисунок 2

Пример 3.

Схема мультивибратора на транзисторах VT1 и VT2 приведена на рисунке 3. Определить длительность импульса ti и период T для выхода 2, если R1 = R2 = 20 кОм, C1 = 0,01 мкФ, C2 = 0,1 мкФ.

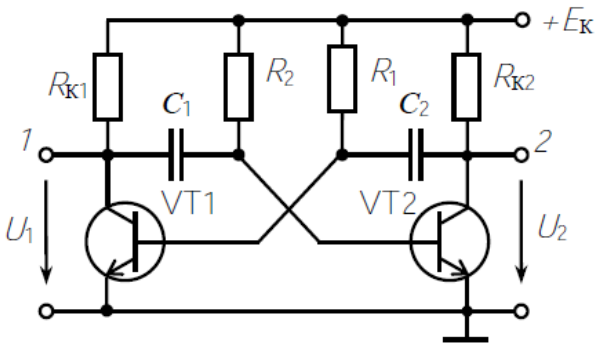


Рисунок 3

Пример 4.

На рисунке 4 приведена схема симметричного мультивибратора на ОУ. Определить длительность ti и частоту f импульсов, если Roc = 10 кОм; C = 0,01 мкФ; R1= R2 = 10 кОм.

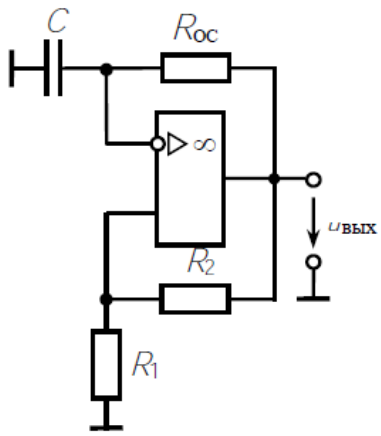


Рисунок 4

Пример 5.

Рассчитать сопротивления резисторов несимметричного мультивибратора на ОУ (рисунок 5) и ёмкость конденсатора C для получения импульсов прямоугольной формы с частотой f = 1 кГц, скважностью Q = 4. Выходное напряжение ОУ Uвых.max=±3 В, напряжение обратной связи uoc =±1 В. Сопротивления резисторов R1 = R4 = 10 кОм. Начертить диаграммы входных uC(t), uoc(t) и выходного uвых(t) напряжений в установившемся режиме.

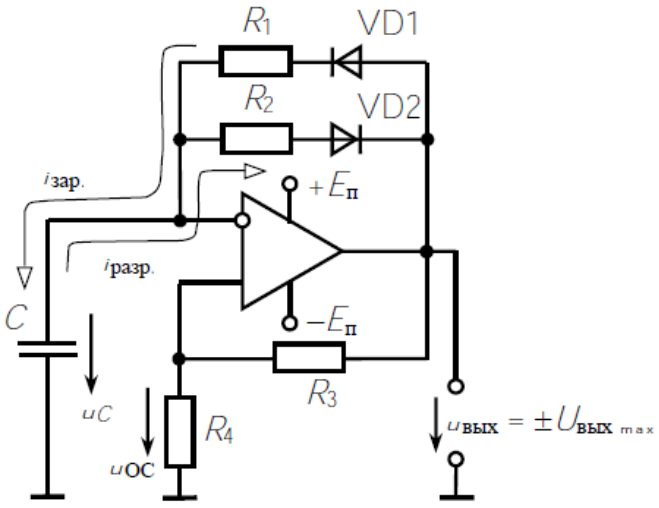


Рисунок 5

Пример 6.

Схема генератора линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН) приведена на рисунке 6. Параметры элементов схемы: Ек = 12 В, Rк = 50

кОм, С2 = 0,1 мкФ. Определить амплитуду выходного напряжения Uвыхm и среднюю скорость нарастания прямого хода K=Um /tи , если на вход поступают отрицательные импульсы длительностью tи = 1 мс.

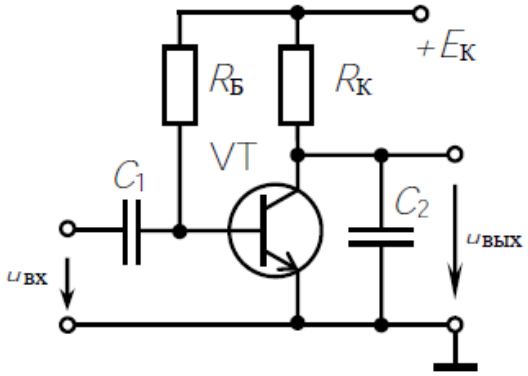


Рисунок 6

Вопросы для собеседования при защите отчёта по практической работе по разделу 4.

1. Переходные процессы в транзисторном ключе на биполярном транзисторе. Статические и динамические параметры в транзисторном ключе.
2. Методы повышения быстродействия транзисторных ключей на биполярных транзисторах.
3. Какие функциональные узлы относят к импульсным устройствам? Перечислите основные виды импульсных сигналов и опишите их параметры. Назовите основные типы импульсных узлов. Какие функции они выполняют?
4. Какие пассивные цени используются в импульсной технике? Как определяются выполняемые ими функции? Опишите прохождение прямоугольных импульсов через разделительную RC-цепь. Как влияют выходное сопротивление источника и паразитная ёмкость нагрузки на форму выходных импульсов укорачивающей цепи? В чем отличие показателей активных (электронных) дифференциаторов и интеграторов от их пассивных аналогов?
5. Какие импульсные устройства строят на полупроводниковых диодах? Какие подходы используют при аппроксимации их вольт-амперных характеристик? Какие типы ограничителей вам известны и в чем их схемные отличия? Для чего предназначены фиксаторы уровня? На какие группы они делятся? Опишите структуры схем фиксаторов вершины импульсов и начального уровня и принцип их работы.
6. Как выбирается и устанавливается ключевой режим работы транзистора? Какие типы импульсных устройств строят на

транзисторах? Постройте схемы одновибраторов, мультивибратора и генераторов линейного напряжения и тока. Опишите принцип их работы.
7. Какие устройства называют селекторами импульсов? Постройте схемы амплитудных селекторов и селекторов по длительности. Опишите принцип их работы.
8. Как можно изменять частоту на выходе мультивибратора?
9. Как можно изменить соотношение времени положительного и отрицательного импульсов на выходе мультивибратора?
10. Рассказать о процессах в ждущем и автоколебательном блокинг–генераторе.

5 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.
Раздел1.
Лабораторная работа Исследование RC- и LC-цепей во временной и частотной областях.
Цель работы: снятие временных и частотных характеристик RC- и LC-цепей, определение полосы пропускания, постоянной времени.

Раздел 2.
Лабораторная работа Исследование диодных выпрямителей.
Цель работы: получение временных осциллограмм напряжения для схем выпрямителей: однополупериодного, двухполупериодного, мостового.
Лабораторная работа Исследование диодных ограничителей.
Цель работы: изучение работы диодного ограничителя последовательного и параллельного типа.

Раздел 3.
Лабораторная работа Исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе.
Цель работы: снятие амплитудной характеристики, АЧХ, ФЧХ.

Лабораторная работа Исследование схем на операционных усилителях.
Цель работы: изучение работы решающих схем на операционных усилителях: аналогового компаратора, сумматора, интегратора, дифференциатора.

Лабораторная работа Исследование избирательного усилителя.
Цель работы: получение АЧХ и ФЧХ избирательного усилителя с двойным Т-мостом.

Лабораторная работа Исследование генератора синусоидальных колебаний
Цель работы: снятие АЧХ и ФЧХ моста Вина, получение синусоидальных колебаний генератора с мостом Вина.

Раздел 4.
Лабораторная работа Исследование мультивибратора на операционном усилителе.
Цель работы: получение прямоугольных импульсов заданной частоты и скважности на несимметричном мультивибраторе с операционным усилителем.

6 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Системная функция цепи.
2. Однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямителей.
3. Ограничители импульсов.
4. Биполярные транзисторы. Принцип действия транзистора и его основные параметры.
5. Униполярные (полевые) транзисторы.
6. Усилители Общие сведения. Классификация усилителей.
7. Усилительный каскад с общим эмиттером.
8. Усилительный каскад с общим коллектором.
9. Фазоинверсный каскад на биполярном транзисторе.
10. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Усилительный каскад с общим истоком.
11. Усилительный каскад с общим стоком (истоковый повторитель).
12. Многокаскадные усилители с конденсаторной связью. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики усилителя. Амплитудная характеристика усилителя.
13. Усилитель мощности класса А с трансформаторным включением нагрузки.
14. Двухтактные выходные усилительные каскады.
15. Усилители с обратной связью.
16. Усилители постоянного тока.
17. Дифференциальные усилительные каскады.
18. Операционные усилители.

19. Схемы на операционных усилителях. Инвертирующий усилитель. Неинвертирующий усилитель. Преобразователь тока в напряжение.

20. Схемы на операционных усилителях. Инвертирующий и неинвертирующий сумматоры. Интегратор.

21. Избирательные усилители.

22. Генераторы синусоидальных колебаний с трёхзвенным RC-четырёхполюсником.

23. Генераторы синусоидальных колебаний с мостом Вина.

24. Ключевой режим работы биполярного транзистора.

25. Импульсный режим работы операционных усилителей. Компараторы. Триггер Шмитта.

26. Мультивибраторы на операционном усилителе.

27. Генераторы линейно изменяющегося напряжения.

7 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

1. Определить полное сопротивление катушки индуктивности 10 мГн, активное сопротивление провода, из которого изготовлена катушка, 10 Ом, на частоте 10 кГц.

2. Определить реактивное сопротивление конденсатора 10 мкФ на частоте 10 кГц.

3. К полупроводниковому диоду приложено прямое напряжение 0,025 В. Определить прямой ток через диод при нормальных условиях, если ток насыщения (тепловой ток) 0,01 мА.

4. Определить ток коллектора в схеме с ОЭ, если ток базы 0,1 мА, коэффициент передачи тока $\beta = 100$.

5. Определить ток коллектора в схеме с ОЭ, если ток эмиттера 10 мА, коэффициент передачи тока $\alpha = 0{,}9$.

6. Определить дифференциальное сопротивление эмиттерного перехода $r_{Э}$, включенного в прямом направлении, если постоянная составляющая тока эмиттера 0,25 А.

7. Определить граничную частоту f_β в схеме ОЭ, если граничная частота $f_\alpha = 100$ МГц, коэффициент передачи $\beta = 100$.

8. Определить коэффициент усиления по напряжению K_U усилителя, если его коэффициент усиления по мощности $K_P = 1000$, коэффициент усиления по току $K_I = 100$.

9. Определить напряжение на эмиттере в режиме покоя $U_{\text{ЭП}}$ в схеме усилителя с ОЭ на рисунке 23, если ток эмиттера покоя $I_{\text{ЭП}} = 1$ мА, сопротивление $R_{\text{Э}} = 100$ Ом.

10. Определить напряжение коллектор - эмиттер в режиме покоя $U_{\text{КЭП}}$ в схеме усилителя с ОЭ на рисунке 23, если ток коллектора покоя $I_{\text{КП}} = 1$ мА, сопротивления $R_{\text{К}} = 10$ кОм, $R_{\text{Э}} = 100$ Ом, напряжение питания $E_K = 10$ В.

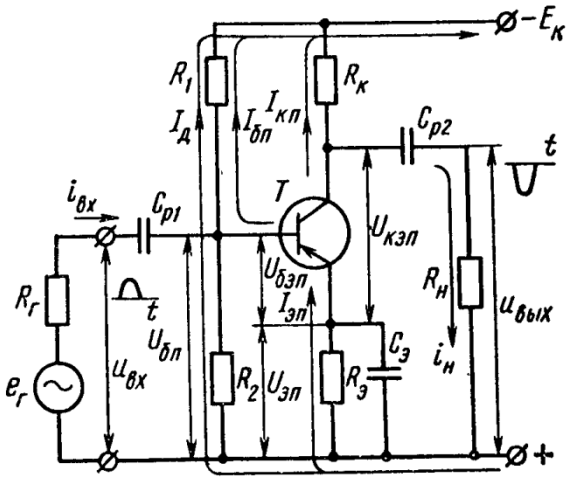


Рисунок 23

11. Определить напряжение коллектор - эмиттер в режиме покоя $U_{\text{КЭП}}$ в схеме усилителя с ОЭ на рисунке 23 в режиме холостого хода, если сопротивления $R_{\text{К}} = 10$ кОм, $R_{\text{Э}} = 100$ Ом, напряжение питания $E_K = 10$ В (точка а на рисунке 24).

12. Определить ток коллектор - эмиттер в режиме покоя $I_{\text{КП}}$ в схеме усилителя с ОЭ на рисунке 23 в режиме короткого замыкания выходной цепи каскада, если сопротивления $R_{\text{К}} = 10$ кОм, $R_{\text{Э}} = 100$ Ом, напряжение питания $E_K = 10$ В (точка б на рисунке 24).

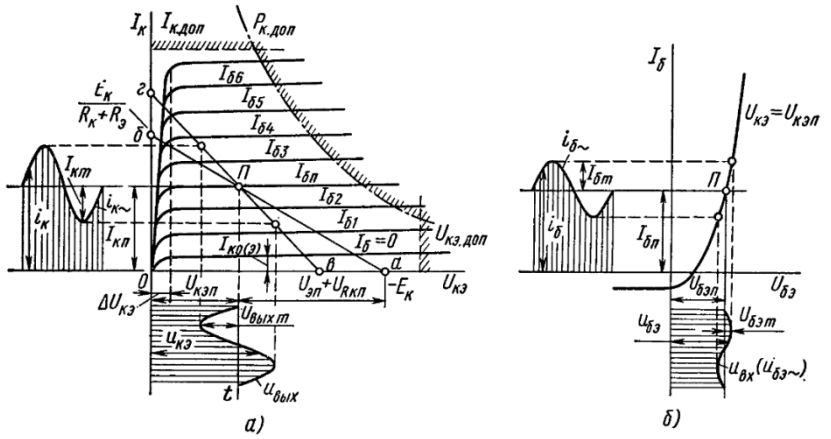


Рисунок 24

13. Определить амплитуду тока коллектора (рисунок 23) $I_{\text{К}m}$, если амплитуда выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}m} = 2$ В, $R_{\text{К}} = 10$ кОм, $R_{\text{Н}} = 5$ кОм.

14. Определить сопротивление $R_{\text{Э}}$ в схеме с ОЭ на рисунке 23, если в режиме покоя $U_{\text{ЭП}} = 1$ В, $I_{\text{КП}} = 10$ мА.

15. Определить значение коэффициента частотных искажений, вносимых разделительным конденсатором 10 мкФ между источником сигнала и усилительным каскадом на частоте 10 Гц, если выходное сопротивление источника сигнала и входное сопротивление усилительного каскада 1 кОм.

16. Усилитель содержит 5 конденсаторов, каждый из которых вносит частотные искажения с коэффициентом частотных искажений 1,02. Определить коэффициент частотных искажений, вносимых всеми конденсаторами усилителя.

17. Амплитуда максимально допустимого выходного напряжения усилителя 10 В. Амплитуда минимально допустимого выходного напряжения усилителя 0,01 В. Определить динамический диапазон усилителя.

18. В кривой выходного напряжения усилителя при подаче на его вход синусоидального напряжения присутствуют напряжения гармоник: 10 В первой гармоники, 1 В второй гармоники, 0,1 В третьей гармоники. Определить коэффициент нелинейных искажений усилителя.

19. Выходная мощность усилительного каскада 10 Вт. Мощность, потребляемая от источника питания 20 Вт. Определить коэффициент полезного действия каскада.

20. Определить коэффициент усиления схемы усилителя на ОУ на рисунке 25. $R_{\text{ОС}} = 10$ кОм, $R_1 = 1$ кОм.

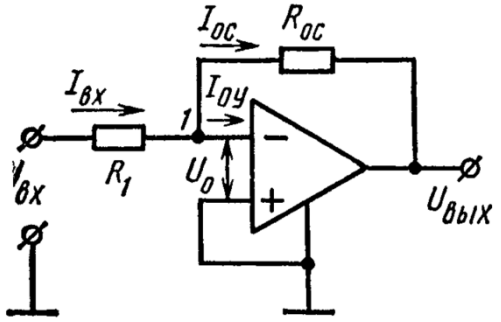


Рисунок 25

21. Определить напряжение $U_{\text{ВЫХ}}$ на выходе схемы на рисунке 25, если входное напряжение $U_{\text{ВХ}} = +0{,}1$ В. $R_{\text{ОС}} = 20$ кОм, $R_1 = 2$ кОм.

22. Определить коэффициент усиления схемы усилителя на ОУ на рисунке 26. $R_{\text{ОС}} = 30$ кОм, $R_1 = 3$ кОм.

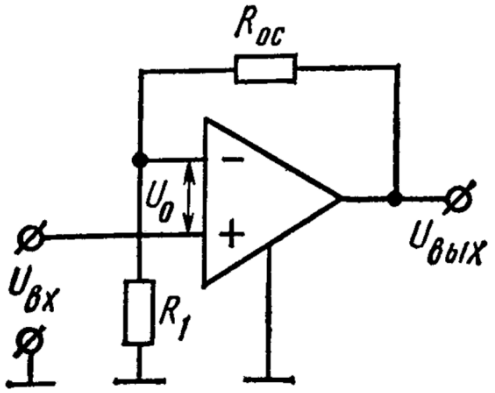


Рисунок 26

23. Определить напряжение $U_{\text{ВЫХ}}$ на выходе схемы на рисунке 26, если входное напряжение $U_{\text{ВХ}} = -0{,}1$ В. $R_{\text{ОС}} = 40$ кОм, $R_1 = 4$ кОм.

24. Определить напряжение $U_{\text{ВЫХ}}$ на выходе схемы на рисунке 27, если напряжения на входе $U_1 = +0{,}5$ В, $U_2 = -0{,}1$ В, $R_{\text{ОС}} = 10$ кОм, $R_1 = R_2 = 1$ кОм.

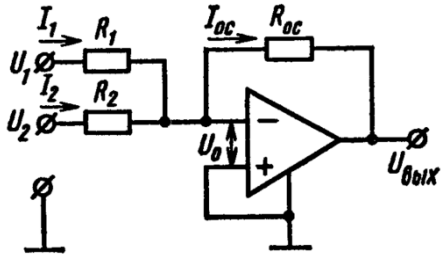


Рисунок 27

25. Определить напряжение $U_{\text{ВЫХ}}$ на выходе схемы на рисунке 28, если напряжения на входе $U_1 = -0{,}5$ В, $U_2 = +0{,}1$ В, $R_{\text{ОС}} = 10$ кОм, $R = R_1 = 10$ кОм.

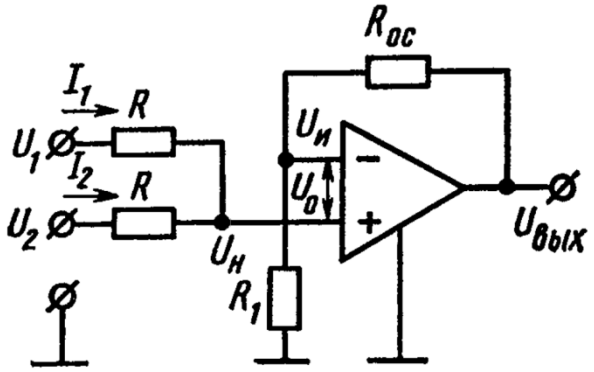


Рисунок 28

8 Выполнение курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО «Moodle».

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО «Moodle».

9 Вопросы к защите курсовой работы

1 Какие виды обратных связей используются в разработанном усилителе?

2 Какие виды связей между каскадами используются в разработанном усилителе?

3 Перечислите классы режимов усиления всех каскадов разработанного усилителя.

4 Как осуществляется температурная стабилизация каскадов разработанного усилителя?

5 Почему в выходной цепи выходного каскада не используются балластные резисторы?

6 Почему выход выходного каскада часто связывают с нагрузкой через трансформатор?

7 Почему расчёт коэффициента усиления и других параметров в выходном каскаде часто производят графическим или графоаналитическим методами?

8 Каково влияние выходного трансформатора на частотные характеристики усилительного каскада?

9 Каково влияние разделительных конденсаторов на частотные характеристики усилителя?

10 Зачем устанавливаются фильтры питания в многокаскадном усилителе?