

Предисловие

Раздел I ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Глава 1. Понятие электрической цепи и ее основные законы

Электрическая цепь и ее элементы

Пассивные элементы электрической цепи

Резистор как элемент электрической цепи. Основные соотношения. Установившийся синусоидальный режим в линейном резисторе

Индуктивность как элемент электрической цепи. Основные соотношения. Особенности стационарного и установившегося синусоидального режимов в индуктивности

Емкость как элемент электрической цепи. Основные соотношения. Особенности стационарного и установившегося синусоидального режимов в емкости

Активные элементы электрической цепи

Источник электродвижущей силы

Источник тока

Реальный источник и его внешняя характеристика

Простейшие схемы замещения реального источника

Понятие внутреннего сопротивления реального источника. Внутренние сопротивления идеальных источников ЭДС и тока

Напряжение на участке цепи. Обобщенный закон Ома

Топологические элементы электрической цепи

Законы Кирхгофа

Первый закон Кирхгофа

Второй закон Кирхгофа

Общий вид системы уравнений Кирхгофа. Классификация задач анализа электрических цепей

*Контрольные вопросы и задания*

Глава 2. Методы расчета стационарных режимов в линейных электрических цепях

Особенности уравнений Кирхгофа для стационарного режима

Метод контурных токов

Метод узловых потенциалов

Общая характеристика метода. Уравнения цепи относительно потенциалов узлов

Понятие проводимости ветви

Правила записи системы уравнений относительно узловых потенциалов по виду схемы

Понятие входного сопротивления пассивного двухполюсника и его простейшая схема замещения

Простейшие схемы замещения активного двухполюсника в стационарном режиме

Понятие входного сопротивления активного двухполюсника

Теорема об активном двухполюснике (эквивалентном генераторе). Виды простейшей схемы замещения активного двухполюсника

Метод эквивалентного генератора

Методика расчета режима в нелинейной резистивной нагрузке линейного активного двухполюсника

Условие передачи наибольшей мощности от активного двухполюсника к пассивному в стационарном режиме

*Контрольные вопросы и задания*

Глава 3. Цепи переменного периодического тока

Основные понятия и характеристики цепей переменного периодического тока

Действующее (эффективное) значение переменного тока

Связь между действующим и мгновенными значениями переменного тока

Связь между действующим значением синусоидального тока и его амплитудным значением

Понятия действующих значений напряжения и ЭДС

Основные измерительные приборы и их учет в расчетных схемах  
Условия возникновения и существования синусоидального режима в линейной цепи  
Комплексная плоскость и некоторые ее свойства  
Изображение синусоидальной функции времени на комплексной плоскости  
Понятия комплексной амплитуды и комплекса действующего значения  
Операции дифференцирования и интегрирования синусоидальных функций времени на комплексной плоскости  
Связь между комплексами тока и напряжения в элементах  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Понятие комплексного сопротивления  
Законы Кирхгофа для комплексов. Порядок расчета установившегося синусоидального режима символическим методом  
Векторная диаграмма  
Расчет периодического несинусоидального режима в линейной цепи  
Идея метода и порядок расчета  
Действующее значение периодического тока, представленного гармоническим рядом  
Трехфазные цепи  
Понятия трехфазного источника и трехфазной цепи  
Варианты соединения фазных обмоток трехфазного генератора  
Виды соединения нагрузок трехфазного генератора и основные структурные варианты трехфазной цепи  
Особенности расчета симметричного режима в трехфазной цепи  
Контрольные вопросы и задания  
Глава 4. Энергетические характеристики цепи синусоидального и периодического несинусоидального токов  
Мгновенная мощность  
Активная мощность  
Понятия полной и реактивной мощностей  
Единицы измерения мгновенной, активной, полной и реактивной мощностей  
Условие передачи наибольшей активной мощности от активного двухполюсника к пассивному в синусоидальном режиме  
Активная мощность, потребляемая линейным пассивным двухполюсником в периодическом несинусоидальном режиме  
*Контрольные вопросы и задания*  
Глава 5. Пассивный двухполюсник в цепи синусоидального тока. Резонансы  
Простейшие схемы замещения пассивного двухполюсника в синусоидальном режиме  
Резонансное состояние пассивного двухполюсника  
Резонанс напряжений  
Резонанс токов  
Резонанс напряжений в неразветвленном RLC-контуре  
Основные соотношения при резонансе  
Понятия характеристического сопротивления и добротности последовательного контура  
Частотная характеристика  $I(\omega)$  последовательного контура  
Полоса пропускания  
Резонанс токов в параллельном колебательном контуре  
Основные соотношения при резонансе  
Идеальный параллельный контур (без потерь)  
Избирательные свойства параллельного колебательного контура  
Сравнение избирательных свойств последовательного и параллельного колебательных контуров  
*Контрольные вопросы и задания*  
Глава 6. Цепи с взаимной индукцией в установившемся синусоидальном режиме  
Параметры, характеризующие индуктивно связанные катушки

Понятие коэффициента взаимной индукции  
Коэффициент связи  
Понятие одноименных зажимов  
Напряжение взаимной индукции  
Учет напряжения взаимной индукции в уравнениях по второму закону Кирхгофа  
Последовательное соединение индуктивно связанных катушек в синусоидальном режиме  
Линейный трансформатор в синусоидальном режиме  
Основные уравнения линейного трансформатора при синусоидальном режиме и векторная диаграмма  
Вносимое сопротивление  
*Контрольные вопросы и задания*  
Глава 7. Основы теории линейных пассивных четырехполюсников в синусоидальном режиме  
Основные уравнения линейного пассивного четырехполюсника  
Расчет коэффициентов основных уравнений линейного пассивного четырехполюсника  
Простейшие схемы замещения линейного пассивного четырехполюсника  
Понятие комплексного коэффициента передачи линейной системы  
Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики линейного пассивного четырехполюсника  
Симметричный четырехполюсник и его характеристические параметры  
Характеристическое сопротивление  
Постоянная передачи  
Понятие о частотных электрических фильтрах  
Пассивные LC-фильтры  
Пассивные ДС-фильтры  
*Контрольные вопросы и задания*  
Глава 8. Классический метод расчета переходных процессов в линейных электрических цепях  
Законы коммутации  
Независимые и зависимые начальные условия  
Основные этапы классического метода расчета переходного процесса в линейной цепи  
Особенности переходного процесса в цепях первого порядка  
Вид свободной составляющей  
Понятие постоянной времени  
Приближенная оценка длительности переходного процесса в цепи первого порядка  
Переходный процесс в неразветвленном  $RLC$ -контуре при подключении его к источнику постоянной ЭДС  
Особенности характеристического уравнения цепи и его корней. Виды свободной составляющей  
Апериодический режим  
Критический режим  
Колебательный режим  
Получение характеристического уравнения по комплексному входному сопротивлению цепи  
Особенности переходных процессов в цепях второго порядка  
Виды свободной составляющей  
Рекомендации по расчету постоянных интегрирования  
Оценка длительности переходного процесса в цепях второго порядка  
Дифференцирующие и интегрирующие цепи  
Дифференцирующее RC-звено  
Интегрирующее RC-звено  
*Контрольные вопросы и задания*

Глава 9. Операторный метод расчета переходных процессов в линейных электрических цепях

- Прямое и обратное преобразования Лапласа
- Связь между изображениями тока и напряжения в элементах  $R, L, C$ .
- Их операторные схемы замещения
- Законы Кирхгофа для изображений
- Порядок расчета переходных процессов операторным методом
- Теорема разложения
- Операторный метод расчета переходных процессов в линейных пассивных цепях при произвольных (непериодических) воздействиях
- Понятие передаточной функции пассивной цепи  $K(p)$  и рекомендации по ее нахождению
- Основные этапы операторного метода расчета переходных процессов при произвольных внешних воздействиях
- Рекомендации по определению изображения входного воздействия  $X_{ex}(p)$ .
- Применение теоремы запаздывания
- Изображение ступенчатой функции
- Изображение экспоненциального импульса длительностью  $1_a$
- Связь передаточной функции  $K(p)$  и комплексного коэффициента передачи  $K(ja)$
- Сравнение операторного метода расчета переходных процессов с классическим

*Контрольные вопросы и задания*

Глава 10. Принцип наложения и его применение для расчета переходного процесса в цепи линейного пассивного двухполюсника при произвольных воздействиях на его входе

- Постановка задачи и принципы подхода к ее решению
- Ступенчатое представление импульсного входного воздействия
- Понятие переходной характеристики цепи  $h(t)$  (переходной функции)
- Расчет реакции линейной цепи на ступенчатое воздействие
- Применение интеграла Дюамеля при расчете реакции линейной цепи на непрерывное и кусочно-непрерывное воздействия
- Расчет реакции линейной цепи на непрерывное воздействие
- Расчет реакции линейной цепи на кусочно-непрерывное воздействие
- Импульсная характеристика и ее применение для расчета переходных процессов при сложных воздействиях
- Функция Дирака ( $\delta$ -функция)
- Понятие импульсной характеристики
- Связь импульсной характеристики  $h_b(t)$  с переходной функцией  $h(t)$
- Разновидность интеграла Дюамеля, содержащая импульсную характеристику
- Изображения по Лапласу переходной  $h(t)$  и импульсной  $h(t)$  характеристик. Их связь с передаточной функцией  $K(p)$
- Спектральный метод расчета переходных процессов
- Вещественная и комплексная формы ряда Фурье для периодической функции времени
- Спектральное представление непериодического сигнала. Понятие спектральной плотности
- Понятие амплитудного и фазового спектров сигнала
- Связь преобразования Фурье с прямым преобразованием Лапласа
- Связь между энергией непериодического сигнала и его спектром
- Понятие энергии импульса
- Равенство Парсеваля. Спектральная плотность энергии
- Понятие ширины спектра
- Связь между спектрами входного и выходного сигналов для линейной пассивной цепи
- Порядок расчета переходных процессов спектральным методом.
- Сравнение спектрального и операторного методов расчета

*Контрольные вопросы и задания*

Раздел II

ЭЛЕКТРОНИКА И СХЕМОТЕХНИКА

Глава И. Полупроводниковые диоды

Основные свойства  $p$ -и-перехода и полупроводникового диода

Выпрямительные диоды

Стабилитроны

Варикапы

Фотодиоды, светодиоды, оптроны

Диоды Шоттки

*Контрольные вопросы и задания*

Глава 12. Биполярные и полевые транзисторы. Тиристоры

Принцип устройства и виды биполярных транзисторов

Вольт-амперные характеристики биполярного транзистора при включении по схеме с общим эмиттером

Полевые транзисторы. Общий принцип действия

Полевые транзисторы с управляющим  $p$ -и-переходом и их вольт-амперные характеристики

Семейство выходных характеристик

Стокзатворная (передаточная) характеристика

Полевые транзисторы с изолированным затвором

Полевые транзисторы со встроенным каналом

Полевые транзисторы с индуцированным каналом

Составные транзисторы. Схема Дарлингтона

Тиристоры. Структурные особенности и основные виды

Принцип действия динистора и его характеристики

Тринистор

*Контрольные вопросы и задания*

Глава 13. Электронные усилители

Главные рабочие параметры и характеристики усилителя

Понятия рабочей точки и ее окрестности

Понятие коэффициента усиления

Понятия входного и выходного сопротивлений усилителя

Частотная характеристика усилителя

Усилитель напряжения низкой частоты на биполярном транзисторе. Методика расчета основных параметров

Постановка задачи

Расчет режима в рабочей точке

Расчет коэффициента усиления по напряжению

Расчет входного и выходного сопротивлений усилителя

Способы задания рабочей точки (смещения)

Режимы «А», «В», «АВ»

Разделительные цепи

Повторитель напряжения на биполярном транзисторе — эмиттерный повторитель (схема с общим коллектором)

Коэффициент передачи по напряжению эмиттерного повторителя

Входное и выходное сопротивления повторителя

Усилители на полевых транзисторах

Методика расчета основных параметров усилителя низкой частоты на полевом транзисторе с управляющим  $p$ - $n$ -переходом

Особенности задания рабочей точки

Определение положения рабочей точки на стокзатворной характеристике

Положение рабочей точки на семействе выходных характеристик  
Расчет коэффициента усиления  
Выходное сопротивление  
Повторитель напряжения на полевом транзисторе (истоковый повторитель). Методика расчета основных параметров  
Определение рабочей точки на стокзатворной характеристике  
Коэффициент передачи по напряжению  
Выходное сопротивление  
Усилители с обратной связью  
Способы получения сигнала обратной связи  
Способы введения сигнала обратной связи  
Усилитель, охваченный последовательной отрицательной обратной связью по напряжению  
Усилитель с большим коэффициентом усиления, охваченный отрицательной обратной связью по напряжению  
Достоинства отрицательной обратной связи  
*Контрольные вопросы и задания*  
Глава 14. Дифференциальный и операционный усилители  
Дифференциальный усилитель. Методика расчета основных параметров  
Структурные особенности схемы дифференциального усилителя  
Расчет базовой цепи в режиме покоя  
Расчет коллекторной цепи в режиме покоя  
Синфазная и дифференциальная составляющие входного сигнала  
Реакция дифференциального усилителя на синфазное воздействие  
Реакция дифференциального усилителя на дифференциальное воздействие  
Коэффициент усиления для дифференциальной составляющей входного сигнала  
Входное и выходное сопротивления для дифференциальной составляющей входного сигнала  
Инвертирующий и неинвертирующий входы дифференциального усилителя  
Основные свойства операционного усилителя  
Условное обозначение операционного усилителя  
Особенности передаточной характеристики реального операционного усилителя  
Взаимодействие операционного усилителя с внешней цепью  
Методы расчета цепей, содержащих операционный усилитель  
Расчет по мгновенным значениям  
Инвертирующий и неинвертирующий источники напряжения, управляемые напряжением  
Повторитель напряжения  
Схема дифференцирования  
Схема интегрирования  
Операторный метод расчета переходного процесса в цепи с операционным усилителем  
Применение символического метода  
Активные фильтры  
*Контрольные вопросы и задания*  
Определение положения рабочей точки на стокзатворной характеристике  
Положение рабочей точки на семействе выходных характеристик  
Расчет коэффициента усиления  
Выходное сопротивление  
Повторитель напряжения на полевом транзисторе (истоковый повторитель). Методика расчета основных параметров  
Определение рабочей точки на стокзатворной характеристике  
Коэффициент передачи по напряжению  
Выходное сопротивление

Усилители с обратной связью  
Способы получения сигнала обратной связи  
Способы введения сигнала обратной связи  
Усилитель, охваченный последовательной отрицательной обратной связью по напряжению  
Усилитель с большим коэффициентом усиления, охваченный отрицательной обратной связью по напряжению  
Достоинства отрицательной обратной связи  
*Контрольные вопросы и задания*  
Глава 14. Дифференциальный и операционный усилители  
Дифференциальный усилитель. Методика расчета основных параметров  
Структурные особенности схемы дифференциального усилителя  
Расчет базовой цепи в режиме покоя  
Расчет коллекторной цепи в режиме покоя  
Синфазная и дифференциальная составляющие входного сигнала  
Реакция дифференциального усилителя на синфазное воздействие  
Реакция дифференциального усилителя на дифференциальное воздействие  
Коэффициент усиления для дифференциальной составляющей входного сигнала  
Входное и выходное сопротивления для дифференциальной составляющей входного сигнала  
Инвертирующий и неинвертирующий входы дифференциального усилителя  
Основные свойства операционного усилителя  
Условное обозначение операционного усилителя  
Особенности передаточной характеристики реального операционного усилителя  
Взаимодействие операционного усилителя с внешней цепью  
Методы расчета цепей, содержащих операционный усилитель  
Расчет по мгновенным значениям  
Инвертирующий и неинвертирующий источники напряжения, управляемые напряжением  
Повторитель напряжения  
Схема дифференцирования  
Схема интегрирования  
Операторный метод расчета переходного процесса в цепи с операционным усилителем  
Применение символического метода  
Активные фильтры  
*Контрольные вопросы и задания*  
Глава 15. Электронные генераторы. Автогенераторы гармонических колебаний  
Электронные генераторы  
Классификация электронных генераторов  
Структура автогенератора гармонических колебаний  
Условие существования установившихся колебаний  
Процесс установления колебаний  
Расчет амплитуды автоколебаний  
RC-автогенератор  
Основное требование к цепи обратной связи  
Принцип работы RC-автогенератора  
*Контрольные вопросы и задания*  
Глава 16. Генераторы релаксационных колебаний  
Генератор прямоугольных импульсов на операционном усилителе — мультивибратор  
Структурные особенности схемы мультивибратора  
Принцип работы  
Ждущий мультивибратор (одновибратор)  
Генератор пилообразного напряжения на операционном усилителе

Мультивибратор на биполярных транзисторах  
Главные особенности схемы мультивибратора  
Неустойчивость стационарного режима  
Квазиустойчивый режим работы мультивибратора  
Триггер  
Статический режим  
Режим «опрокидывания»  
Простейшая запоминающая ячейка  
*Контрольные вопросы и задания*  
Глава 17. Источники вторичного электропитания  
Источники первичного электропитания  
Источники вторичного электропитания, их структура и назначение основных блоков  
Выпрямители  
Однофазные выпрямители  
Трёхфазный выпрямитель  
Коэффициент пульсации  
Сглаживающие фильтры  
Пассивные сглаживающие фильтры  
Активный сглаживающий фильтр на биполярном транзисторе  
Стабилизаторы напряжения  
Компенсационный стабилизатор напряжения линейного вида  
Импульсный стабилизатор напряжения  
*Контрольные вопросы и задания*  
Глава 18. Логические основы цифровых электронных устройств  
Цифровое устройство и его таблица истинности  
Алгебраическая запись логической функции, выполняемой цифровым устройством  
Простейшие логические операции и их алгебраическая запись  
Основные законы и теоремы алгебры логики  
Условное изображение устройств, реализующих простейшие логические действия, и их таблицы истинности  
Две канонические формы алгебраической записи логической функции  
Методика получения СДНФ  
Методика получения СКНФ  
Минимизация логических функций  
Постановка задачи. Способы минимизации  
Минимизация по формулам алгебры логики  
Универсальные базисы «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ»  
Операции «ИЛИ-НЕ», «И-НЕ»  
Универсальность функций «ИЛИ-НЕ» и «И-НЕ»  
Методика записи и структурной реализации логических функций в универсальных базисах «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ»  
*Контрольные вопросы и задания*  
Глава 19. Схемная реализация логических функций  
Ключевые схемы. Позитивная и негативная логики  
Инвертор на биполярном транзисторе  
Транзистор Шоттки  
Особенности схемы простейшего инвертора на полевом транзисторе  
Инвертор на комплементарных полевых транзисторах  
Компараторы  
Схемная реализация универсальных базисов «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ»  
Диодно-транзисторная логика  
Транзисторно-транзисторная логика



Универсальные базисы на КМОП-транзисторах (КМОП-логика)

*Контрольные вопросы и задания*

Глава 20. Схемотехника цифровых устройств, не содержащих элементов памяти

Аналого-цифровые преобразователи

Дискретизация во времени

Квантование по уровню

Кодирование

Способы распознавания уровня преобразуемого сигнала

внутри интервала дискретизации

Аналого-цифровые преобразователи последовательного счета

Аналого-цифровые преобразователи параллельного типа

Цифро-аналоговые преобразователи

Основные соотношения

Структурные составляющие цифро-аналогового преобразователя

Цифро-аналоговый преобразователь с двоично-взвешенной резистивной матрицей

Цифро-аналоговые преобразователи с матрицей  $R - 2R$

Дешифраторы

Шифраторы

Мультиплексоры

Демультимплексоры

Одноразрядные двоичные сумматоры

*Контрольные вопросы и задания*

Глава 21. Цифровые устройства с памятью

Триггеры

Асинхронные триггеры

Синхронный триггеры

Г-триггер (счетный) на основе D-триггера

Триггеры типа  $M-S$

Счетчики и регистры

Счетчики

Регистры сдвига

Оперативные запоминающие устройства

Статические оперативные запоминающие устройства

Динамические оперативные запоминающие устройства

Постоянные запоминающие устройства

Программируемые логические устройства

Программируемые логические матрицы

Программируемые логические интегральные схемы и устройства

Микропроцессоры

Перспективные направления развития элементной базы сверхбольших интегральных схем

Повышение степени интеграции и снижение энергопотребления сверхбольших

интегральных схем

Фотоэлектронные преобразователи «свет — сигнал» на основе приборов с зарядовой связью

Фотодиодные матрицы с координатной адресацией

Матричные преобразователи «сигнал — свет»

*Контрольные вопросы и задания*

Заключение

Литература