

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

по предмету «Основы электротехники»

для абитуриентов, поступающих на сокращенную
форму обучения
Белорусско-Российского университета

1. Физические процессы в электрических цепях. Электрическое поле и его основные характеристики: напряженность, потенциал, напряжение. Электрическое поле как вид материи.

Стационарное электрическое поле в проводнике при постоянном электрическом токе, сравнение его с электростатическим полем.

Электрический ток проводимости (физические явления), его величина, направление и плотность. Электронная теория строения металлов.

Удельная электрическая проводимость и удельное электрическое сопротивление – характеристики проводниковых материалов. Электрическое сопротивление проводов. Зависимость сопротивления от материала, размеров, температуры проводников.

Явление сверхпроводимости.

Закон Ома для участка цепи. Резисторы и их вольт-амперные характеристики.

Электрический ток в вакууме. Электронная эмиссия. Электрический ток в полупроводниках. Полупроводниковые приборы и их свойства. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода.

Электрическая цепь и ее основные элементы. Получение электрической энергии из других видов энергии. Электродвижущая сила (ЭДС). Источники электрической энергии. Мощность и коэффициент полезного действия (КПД) источника электрической энергии.

Преобразование электрической энергии в другие виды, понятие о противо-ЭДС. Мощность и КПД приемника электрической энергии.

Элементы управления, контроля и защиты в электрических цепях.

Закон Ома для замкнутой электрической цепи. Баланс мощностей в электрической цепи.

Режимы работы электрической цепи и ее элементов (номинальный, рабочий, холостого хода и короткого замыкания).

Схемы электрических цепей: принципиальная, монтажная (схема соединений), расчетная (схема замещения). Схемы замещения источников ЭДС и тока, приемников электрической энергии. Идеальные источники ЭДС и тока. Пассивные и активные элементы электрических цепей.

2. Расчет линейных электрических цепей постоянного тока. Задачи расчета электрических цепей. Элементы схем электрических цепей: ветвь, узел, контур.

Первый закон Кирхгофа для разветвленной цепи, узловые уравнения. Второй закон Кирхгофа, контурные уравнения.

Неразветвленная электрическая цепь. Последовательное соединение пассивных элементов, эквивалентное сопротивление неразветвленной электрической цепи (участка цепи). Потеря напряжения в проводах. Делитель напряжения. Последовательное соединение источников ЭДС. Потенциальная диаграмма неразветвленной цепи.

Разветвленная электрическая цепь с двумя узлами. Параллельное соединение пассивных элементов, проводимость ветвей, подключенных к одной паре узлов, эквивалентная проводимость группы ветвей. Сочетание последовательного и параллельного соединений пассивных элементов.

Расчет электрических цепей путем преобразования их схем. «Свертывание» схем с последовательным и параллельным соединениями пассивных элементов. Понятие о треугольнике и звезде из пассивных элементов (сопротивлений), преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду и звезды в эквивалентный треугольник.

Параллельное соединение источников ЭДС. Расчет электрических цепей с двумя узлами по методу узлового напряжения. Распределение нагрузки между источниками электрической энергии при их параллельной работе на общий приемник энергии.

Принцип наложения токов в линейных электрических цепях, его применение для расчета электрических цепей.

Расчет электрических цепей произвольной конфигурации методом узловых и контурных уравнений. Эквивалентный генератор. Активный и пассивный двухполюсник. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления эквивалентного генератора по опытам холостого хода и короткого замыкания. Анализ режима ветви электрической цепи при изменении сопротивления этой ветви.

Метод контурных токов, его сущность, собственное сопротивление контура, общее сопротивление контуров. Составление контурных уравнений.

Метод узловых потенциалов, его сущность, собственная узловая проводимость, общая узловая проводимость. Составление узловых уравнений.

3. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Нелинейные элементы электрических цепей постоянного тока, их вольт-амперные характеристики. Статическое и динамическое сопротивления нелинейного элемента. Приведение нелинейных цепей к линейным. Графический расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов. Графоаналитический метод расчета.

4. Электростатическое поле в пустоте. Закон Кулона. Применение закона Кулона для расчета электростатического поля точечных заряженных тел.

Симметричные электростатические поля, созданные зарядами, распределенными на плоской и сферической поверхностях. Поле зарядов на поверхности длинного провода. Теорема Гаусса. Вычисление напряженности в симметричных электростатических полях.

5. Электростатическое поле в диэлектрике. Физическое строение диэлектрика, электрический момент диполя. Поляризация диэлектрика, поляризованность (степень поляризации).

Электрическое смещение. Диэлектрическая проницаемость (абсолютная и относительная).

Электрическая емкость. Расчет емкости плоского и цилиндрического конденсаторов, двухпроводной линии.

Электрический пробой и электрическая прочность диэлектрика. Изменение электрического поля на границе двух сред с различными диэлектрическими проницаемостями. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии электрического поля.

6. Электростатические цепи. Электрическая емкость в системе заряженных тел. Соединение конденсаторов с идеальным диэлектриком: последовательное, параллельное. Расчет электростатических цепей при сочетании последовательного и параллельного соединений.

7. Магнитное поле в неферромагнитной среде. Магнитное поле как вид материи. Закон Ампера, магнитная постоянная. Магнитная индукция – силовая характеристика магнитного поля. Формула Био-Савара и ее применение для расчета магнитного поля в простейших случаях (ток в кольцевом и прямолинейном проводах).

Намагничивающая сила вдоль контура. Полный ток контура. Вычисление магнитной индукции в симметричных магнитных полях: поле тока прямого провода, цилиндрической катушки, кольцевой катушки.

Работа при перемещении контура с током в магнитном поле. Магнитный ток, магнитное потокосцепление, собственное магнитное потокосцепление катушки.

Индуктивность. Определение индуктивности кольцевой и цилиндрической катушек, участка двухпроводной линии.

Взаимное потокосцепление и взаимная индуктивность, магнитное рассеяние, коэффициент магнитной связи. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.

8. Магнитное поле в ферромагнитной среде. Магнитные свойства вещества. Намагничивание вещества, намагниченность (степень намагничивания). Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость (абсолютная и относительная). Закон полного тока.

Свойства и применение ферромагнитных материалов. Кривая первоначального намагничивания. Циклическое перемагничивание ферромагнитных материалов, магнитный гистерезис. Изменение магнитного поля на границе двух сред.

9. Магнитные цепи. Классификация магнитных цепей. Закон полного тока в применении к магнитной цепи.

Расчет неразветвленной однородной магнитной цепи: решение прямой и обратной задач. Магнитное сопротивление.

Закон Ома для магнитной цепи.

Расчет неразветвленной неоднородной магнитной цепи: решение прямой задачи, метод последовательных приближений и графоаналитическое решение обратной задачи.

Расчет разветвленных магнитных цепей и магнитных цепей с постоянными магнитами. Законы Кирхгофа для магнитной цепи, аналогии между законами магнитной и электрической цепей.

10. Электромагнитная индукция. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило (закон) Ленца.

Выражение ЭДС, индуцируемой в проводнике, движущемся в магнитном поле. Правило правой руки. Сущность электромагнитной индукции. ЭДС самоиндукции и взаимной индукции. Вихревые токи, их использование и способы ограничения.

Использование электромагнитной индукции: преобразование механической энергии в электрическую (принцип действия генератора), преобразование электрической энергии в механическую (принцип работы электродвигателя). Принцип действия трансформатора.

11. Основные сведения о синусоидальном электрическом токе. Получение синусоидальной ЭДС. Схема устройства генератора переменного тока. Уравнения и графики синусоидальных величин: мгновенное и амплитудное значения, период, частота, фаза, начальная фаза, угловая частота.

Графические способы выражения синусоидальных величин в прямоугольной системе координат, при помощи вращающихся радиус-векторов. Сложение и вычитание синусоидальных величин. Векторная диаграмма. Сдвиг фаз.

Действующее и среднее значения синусоидального тока. Коэффициент формы и амплитуды кривой.

12. Элементы электрических цепей переменного тока и их параметры. Элементы цепей переменного тока: резисторы, катушки индуктивности, конденсаторы. Сопротивление, индуктивность и емкость – параметры электрических цепей переменного тока.

Цепь переменного тока с активным сопротивлением: выражение тока и мощности при синусоидальном напряжении, векторная диаграмма цепи, активная мощность. Явление поверхностного эффекта.

Цепь переменного тока с индуктивностью: выражение напряжения и мощности при синусоидальном токе, векторная диаграмма цепи, индуктивное сопротивление и индуктивная (реактивная) мощность.

Цепь переменного тока с емкостью: выражение тока и мощности при синусоидальном напряжении, векторная диаграмма цепи, емкостное сопротивление и емкостная (реактивная) мощность.

Схемы замещения катушки индуктивности и конденсатора с потерями. Схема с последовательным соединением активного и реактивного элементов: векторные диаграммы, активная и реактивная составляющие вектора напряжения, треугольник сопротивлений.

Схема замещения с параллельным соединением активного и реактивного элементов: векторная диаграмма, активная и реактивная составляющие вектора тока, треугольник проводимостей.

Активная, реактивная и полная мощности катушки индуктивности и конденсатора с потерями. Треугольник мощностей.

13. Расчет электрических цепей переменного тока с помощью векторных диаграмм. Расчет неразветвленной цепи синусоидального тока с одним источником питания при последовательном соединении активного сопротивления, индуктивности и емкости при различных соотношениях величин реактивных сопротивлений ($X_L > X_C$, $X_L < X_C$, $X_L = X_C$): векторная диаграмма цепи, треугольники сопротивлений и мощностей.

Цепь с произвольным числом активных и реактивных элементов, построение топографической векторной диаграммы.

Расчет разветвленной цепи с двумя узлами и одним источником питания: цепь с параллельным соединением катушки индуктивности и конденсатора при различных соотношениях величин реактивных проводимостей ($B_L > B_C$, $B_L < B_C$, $B_L = B_C$). Графоаналитический метод расчета и метод проводимостей. Цепь с произвольным числом активных и реактивных элементов. Векторная диаграмма цепи. Треугольники проводимостей и мощностей.

Компенсация реактивной мощности в электрических сетях с помощью конденсаторов. Влияние величины реактивной мощности на технико-экономические показатели электроустановки. Коэффициент мощности электроустановки. Способы сокращения реактивной мощности в электрических сетях. Расчет компенсационной установки с конденсаторами.

14. Расчет электрических цепей синусоидального тока с применением комплексных чисел. Выражение синусоидальных напряжений и токов комплексными числами. Комплексные сопротивление и проводимость. Определение мощности по известным комплексным напряжению и току.

Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Символический метод расчета цепей переменного тока, аналогия с цепями постоянного тока. Расчет электрических цепей синусоидального тока с применением комплексных чисел: методы преобразования, узловое напряжение, узловых и контурных уравнений.

15. Трехфазные симметричные цепи. Однофазная и многофазная системы электрических цепей. Трехфазные системы электрических цепей. Трехфазная симметричная система ЭДС. Схема устройства трехфазного электромагнитного генератора. Соединение обмоток генератора звездой и треугольником. Фазные и линейные напряжения, соотношение между ними.

Симметричная нагрузка в трехфазной цепи при соединении приемника звездой и треугольником. Фазные и линейные токи, соотношение между ними.

Расчет симметричной цепи при соединении приемника звездой и треугольником. Мощность трехфазной цепи при симметричном режиме.

Несимметричная нагрузка в трехфазной цепи. Четырехпроводная трехфазная система, роль нейтрального провода.

Вращающееся магнитное поле, трехфазная система обмоток. Получение вращающегося магнитного поля посредством трехфазной системы токов.

16. Электрические цепи с несинусоидальными периодическими напряжениями и тока. Причины возникновения несинусоидальных ЭДС, токов и напряжений в электрических цепях: искажение ЭДС в электромагнитном генераторе, наличие в цепях нелинейных элементов.

Аналитическое выражение несинусоидальных периодических величин в форме тригонометрического ряда. Понятие о разложении несинусоидальной периодической величины в тригонометрический ряд. Признаки симметрии несинусоидальных кривых и их влияние на вид тригонометрического ряда.

Действующее значение несинусоидального периодического тока (напряжения). Коэффициенты формы, амплитуды, искажения периодической кривой. Мощность цепи при несинусоидальном токе.

Расчет линейной электрической цепи при несинусоидальном периодическом напряжении на ее входе.

17. Нелинейные электрические цепи переменного тока. Общая характеристика нелинейных элементов переменного тока.

Цепи с активными нелинейными сопротивлениями. Цепи с нелинейной емкостью. Цепи с нелинейной индуктивностью. Идеализированная катушка с ферромагнитным сердечником в цепи переменного тока: магнитный поток, ЭДС и ток катушки, векторная диаграмма. Влияние гистерезиса и вихревых токов на ток в катушке с ферромагнитным сердечником. Потери энергии в ферромагнитном сердечнике катушки, векторная диаграмма с их учетом.

Полная векторная диаграмма и схемы замещения катушки с ферромагнитным сердечником.

Применение катушек с ферромагнитным сердечником. Феррорезонанс и его использование. Ферромагнитные элементы с одновременным намагничиванием постоянным и переменным током. Ферромагнитные элементы с прямоугольной петлей магнитного гистерезиса.

18. Переходные процессы в электрических цепях. Переходные процессы в электрических цепях: причины возникновения, первый и второй законы коммутации, понятие о переходных принужденном и свободном режимах.

Заряд конденсатора через сопротивление от источника постоянного напряжения: уравнения и графики зарядного тока и переходного напряжения на конденсаторе, постоянная времени цепи, принужденная и свободная составляющие переходного напряжения и зарядного тока. Влияние величины напряжения источника и параметров цепи на переходной процесс.

Разряд конденсатора через сопротивление. Уравнения и графики напряжения на конденсаторе и тока в цепи при разряде. Саморазряд конденсатора.

Включение катушки индуктивности (цепи R, L) на постоянное напряжение. Уравнение и график переходного тока, постоянная времени цепи, принужденная и свободная составляющие переходного процесса. Влияние величины напряжения источника и параметров цепи на переходной процесс.

Отключение катушки индуктивности от источника постоянного напряжения. Изменение тока в катушке, замкнутой на разрядное сопротивление, график и уравнение переходного тока. Влияние напряжения источника и параметров цепи на переходной процесс.

Изменение сопротивления в цепи с индуктивностью: графики и уравнения тока в цепи при уменьшении и увеличении сопротивления скачком.

Включение катушки индуктивности на синусоидальное напряжение: график и уравнение переходного тока на индуктивности. Влияние начальной фазы приложенного напряжения и параметров цепи на переходной процесс.

Включение конденсатора на синусоидальное напряжение: график и уравнение переходного напряжения на емкости. Влияние начальной фазы тока и параметров цепи на переходной процесс.

Короткое замыкание в цепи синусоидального тока. Схема замещения цепи короткого замыкания. Уравнение кривой переходного тока, графики переходного процесса при коротком замыкании цепи. Влияние начальной фазы напряжения на переходной процесс короткого замыкания. Отключение катушки индуктивности от источника постоянного напряжения. Изменение тока в катушке, замкнутой на раз-

рядное сопротивление, график и уравнение переходного тока. Влияние напряжения источника и параметров цепи на переходной процесс.

Изменение сопротивления в цепи с индуктивностью: графики и уравнения тока в цепи при уменьшении и увеличении сопротивления скачком.

Включение катушки индуктивности на синусоидальное напряжение: график и уравнение переходного тока на индуктивности. Влияние начальной фазы приложенного напряжения и параметров цепи на переходной процесс.

Включение конденсатора на синусоидальное напряжение: график и уравнение переходного напряжения на емкости. Влияние начальной фазы тока и параметров цепи на переходной процесс.

Короткое замыкание в цепи синусоидального тока. Схема замещения цепи короткого замыкания. Уравнение кривой переходного тока, графики переходного процесса при коротком замыкании цепи. Влияние начальной фазы напряжения на переходной процесс короткого замыкания.

19. Некоторые методы анализа сложных электрических цепей постоянного тока. Матричные методы расчета сложных электрических цепей постоянного тока: контурных токов, узловых потенциалов. Алгоритм расчета сложных электрических цепей постоянного тока на ЭВМ.

Методы анализа нелинейных электрических цепей постоянного тока. Аналитический метод расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Замена нелинейного сопротивления линейным.

Метод эквивалентного генератора для расчета нелинейных цепей. Метод последовательных приближений для расчета нелинейных электрических цепей.

20. Резонанс в электрических цепях. Колебательный контур. Ток и напряжение в колебательном контуре без потерь энергии. Собственная частота колебательного контура, волновое сопротивление. Колебательный контур с потерями энергии.

Резонанс напряжений: условие и признаки, резонансная частота, частотные характеристики неразветвленной цепи, добротность контура.

Резонанс токов: условие и признаки, резонансная частота, частотные характеристики параллельного контура, добротность контура.

21. Расчет цепей с взаимной индуктивностью. Согласное и встречное включение элементов с взаимной индуктивностью. Разметка зажимов индуктивно связанных элементов. Знаки ЭДС и напряжений, обусловленных взаимной индуктивностью. Расчет электрических цепей синусоидального тока при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов. Составление уравнений по законам Кирхгофа с учетом взаимной индуктивности.

22. Круговые диаграммы. Применение круговых диаграмм для расчета электрических цепей синусоидального тока. Круговые диаграммы неразветвленных цепей с постоянным реактивным и переменным активным сопротивлениями, постоянным активным и переменным реактивным сопротивлениями: обоснование метода, построение круговых диаграмм, определение величин по круговой диаграмме.

Круговые диаграммы разветвленных цепей с переменным активным сопротивлением, переменным реактивным сопротивлением.

Построение круговой диаграммы по результатам опытов холостого хода и короткого замыкания для неразветвленной и разветвленной цепей.

23. Четырехполюсники при синусоидальных токах и напряжениях. Основные понятия четырехполюсников: общая схема, входные и выходные зажимы четырехполюсника, активные и пассивные четырехполюсники.

Уравнения четырехполюсника. Коэффициенты четырехполюсника и их определение на основе режимов холостого хода и короткого замыкания. Эквивалентные схемы четырехполюсников. Т- и П-образная схемы. Определение параметров эквивалентных схем. Нагрузочный режим четырехполюсника, входное и выходное сопротивление. Мощность и КПД четырехполюсника.

Испытание четырехполюсника: опыты холостого хода и короткого замыкания. Нагрузочный режим как положение предельных режимов.

24. Несимметричные трехфазные цепи. Несимметричная трехфазная цепь при соединении источника и приемника звездой: определение токов в цепи, применение метода узлового напряжения для расчета цепи, смещение нейтрали, определение мощности, построение топографических диаграмм с нейтральным проводом и без него.

Несимметричная трехфазная цепь при соединении источника и приемника треугольником. Применение метода взаимного преобразования звезды и треугольника сопротивлений при расчете трехфазных цепей.

Метод симметричных составляющих. Комплексы симметричных составляющих. Разложение несимметричной трехфазной системы векторов на симметричные составляющие прямой, обратной и нулевой последовательности. Свойства трехфазных цепей в отношении симметричных составляющих токов и напряжений.

Высшие гармоники в трехфазных цепях.

25. Магнитное поле переменного тока. Магнитное поле распределенной обмотки при постоянном токе. Магнитное поле при синусоидальном токе и его разложение на два вращающихся. Зависимость скорости вращения магнитного поля от числа пар полюсов.

Уравнение кругового вращающегося магнитного поля трехфазной системы обмоток.

Двухфазная система обмоток и двухфазная система токов для получения кругового вращающегося магнитного поля. Уравнение кругового вращающегося магнитного поля двухфазной системы обмоток. Эллиптическое вращающееся магнитное поле. Бегущее магнитное поле.

26. Анализ электрических цепей с управляемыми источниками электрической энергии. Управляемые источники электрической энергии.

Схемы замещения электронных ламп, транзисторов и операционных усилителей с помощью управляемых источников.

Расчет электрических цепей, содержащих управляемые источники энергии.

27. Электрические цепи с распределенными параметрами. Распределенные параметры. Электрические цепи с распределенными параметрами. Схемы замещения однородной линии с потерями и без них.

Основные уравнения длинной линии и их анализ. Характеристики длинной линии: коэффициенты распространения электромагнитной волны, затухания и фазы, волновое сопротивление линии.

Длинная линия без потерь и ее режимы. Уравнения линии без потерь. Холостой ход линии. Прямая и обратная волны напряжения и тока линии. Фазовая скорость и

длина волны, их выражение через параметры линии. Короткое замыкание линии. Режимы с согласованной нагрузкой, с несогласованной активной нагрузкой. Коэффициент отражения и преломления электромагнитных волн в линии. Краткие сведения о распространении электромагнитной волны с прямоугольным фронтом по линии без потерь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гальперин, М.В. Электротехника и электроника : учебник. - 2-е изд. - М. : Форум : Инфра-М, 2017. - 480с.

2 Теоретические основы электротехники. Сборник задач : учеб. пособие для бакалавров / под ред. Л. А. Бессонова. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2015. - 528с.

3. Марченко, А.Л. Электротехника и электроника : Учебник. 1 : В 2 томах. Том 1: Электротехника. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 574 с.

4. Рыбков, И. С. Электротехника : Учебное пособие. - 1. - Москва ; Москва : Издательский Центр РИОР : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 160 с.

5. Лоторейчук, Е.А. Теоретические основы электротехники : учебник / Е.А. Лоторейчук. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2018. — 317 с.

6. Крутов, А.В. Теоретические основы электротехники: Учебное пособие / Крутов А.В., Кочетова Э.Л., Гузанова Т.Ф., - 2-е изд. - Мн.:РИПО, 2016. - 375 с.

7. Ситников, А.В. Основы электротехники: учебник / А.В. Ситников. — М.: КУРС: ИНФРА-М, 2018. — 288 с.

8. Опадчий, Ю.Ф. Электротехника и электроника: Учебник. В 2 томах. Том 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 574 с.