

ПРОГРАММА

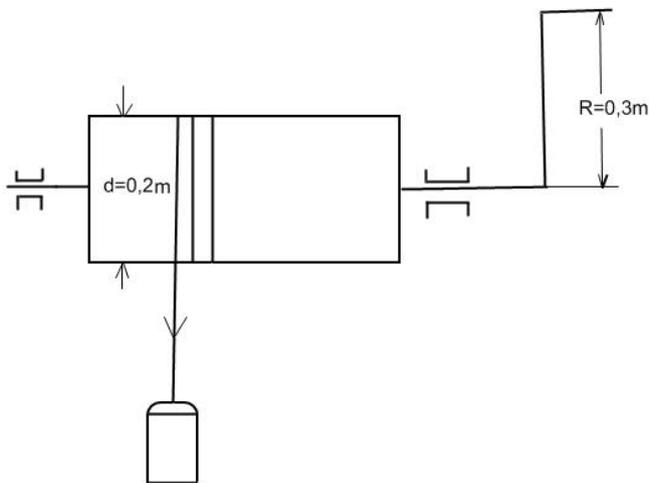
вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерские программы: «Электропривод и системы управления электроприводов» «Автоматизированные электромеханические комплексы и системы» (очная, очно-заочная формы обучения)

Программа предназначена для приема вступительных экзаменов в магистратуру у бакалавров и специалистов (инженеров) энергетического и электротехнического профиля при поступлении на обучение по магистерским программам: «Электропривод и системы управления электроприводов», «Автоматизированные электромеханические комплексы и системы».

Программа вступительных экзаменов в магистратуру составлена на основе программ дисциплин, предусмотренных учебным планом подготовки бакалавров по направлению «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» с учетом дисциплин подготовки по специальности электроприводы и системы управления приводами, читаемых студентам кафедры САУЭП. Программа состоит из 8 разделов, в которых отражены теоретические и прикладные вопросы, отражающие на уровне представлений весь объем знаний, необходимый для подготовки магистров. Программа представлена в виде теоретических вопросов и задач по восьми разделам.

1. Физика, математика, механика

1. На тело, массой $m=1\text{ кг}$ действует сила $F=10\text{ Н}$. Других воздействий нет. Определить функции изменения пути, скорости и ускорения тела при условиях:
 1. Сила действует непрерывно.
 2. Сила действует в течение времени $t = 1\text{ с}$.
2. Поднимается ведро с водой из колодца. Объем ведра $V=10\text{ л}$. Диаметр ворота $d=0,2\text{ м}$. Радиус рукоятки $R=0,3\text{ м}$.



Какую силу и момент следует приложить к рукоятке для равномерного подъема ведра?

3. Понятие непрерывной функции одного аргумента. Понятие первой производной, второй, третьей производной. Приведите примеры функций, их графическое представление на примерах пути, скорости, ускорения, рывка.
4. Понятие функции, квантованной по времени. Построить решетчатую функцию для непрерывной функции $X(t) = 2t^2$. Построить первую прямую и обратную разности.
5. Дельта – функция, определение. Пинцетные свойства δ – функции, применение в разделах автоматического управления и регулирования.
6. Интеграл непрерывной функции. Интеграл единичной функции. Интеграл линейно-возрастающей функции.
7. Механика линейного и вращательного движения. Момент инерции. Динамический момент.
8. Нарисуйте графики ускорения, скорости, пути при постоянном значении момента, силы.
9. Определить радиус приведения винтовой пары с шагом ходового винта $t=10\text{ мм}$. Определить величину силы при моменте на ходовом винте $M = 10\text{ Н}\cdot\text{М}$.
10. Виды энергий. Кирпич массой $m = 1\text{ кг}$ поднят на высоту 5 метров за 3 с. Найти выполненную

работу и мощность.

11. Найти путь тела, движущегося под воздействием импульса силы: $F=10 \text{ Н} \cdot \text{М}$, $T_i=5 \text{ с}$.
12. Тело массой 10 кг упало с высоты 10 м. Найти потенциальную и кинетическую энергию, которой овладело тело в момент соприкосновения с землей.
13. Назначение редуктора в механике электроприводов. Типы редукторов.
14. О чем шла речь в афоризме «Дайте мне точку опоры, и я переверну весь мир»?
15. Какие типы насосов вы предложите для поднятия воды на высоту 5м? 50 м?.
16. Можно ли самотеком обеспечить подачу воды на гору, используя разность атмосферного давления на вершине горы и у ее подножья?
17. Постоянный магнит в виде пластин имеет южный магнитный полюс (красный цвет) и северный (синий). Распилив такой магнит на 2 части можно ли получить отдельно только южный и только северный полюса? Можно ли выполнить электрическую машину с одним магнитным полюсом?
18. Комплексные величины, функции комплексного переменного в задачах ТАУ, ТОЭ.
19. Дана дробно-рациональная функция второго порядка. Найти ее полюса и нули.
20. Предложите методы расчета корней характеристического уравнения 1.4 порядков.

2. Теоретическая и общая электротехника.

1. Что такое электрический ток. Дайте определение силы тока в 1 ампер
2. Дайте понятие электрического потенциала, электродвижущей силы, напряжения
3. Понятие магнитодвижущей силы, магнитного потока, индуктивности
4. Понятие емкости, единица измерения емкости, емкостное сопротивление для постоянного и переменного тока
5. Основные понятия переменного тока, фазовый сдвиг, параметры трехфазного тока: амплитуда, цикловая и угловая частоты, их соотношения.
6. Сопротивления в цепях переменного тока: активное, индуктивное, емкостное.
7. Закон электромагнитной индукции. Э.д.с. самоиндукции, взаимной индукции
8. Закон Ома для цепи постоянного и переменного тока
9. Способы генерирования постоянного и переменного напряжения
10. Поведение проводника с током в магнитном поле. Принцип формирования силы и момента в двигателях постоянного тока? В двигателях переменного тока?
11. Понятие векторной диаграммы в электротехнике.
12. Значение тока: амплитудное, среднее, действующее, эффективное.
13. Расчет электрической цепи методом контурных токов. Первый и второй закон Кирхгофа.
14. Расчеты электрической цепи по методу суперпозиции (наложения). Примеры
15. Ток протекает по проводнику с переменным сечением. Будет ли сила тока в разных сечениях различна?
16. Понятие активной и реактивной мощности. Почему потребитель должен стремиться работать с высоким коэффициентом мощности?
17. Источник переменного тока 50Гц, напряжение 220в, нагружен на последовательно включенное активное сопротивление $R=10 \text{ Ом}$, индуктивное сопротивление 20 Ом и емкостное сопротивление 5 Ом. Постройте векторную диаграмму, найдите значения индуктивности и емкости.
18. Назначение и принцип работы трансформаторов тока и напряжения
19. Почему катушки реле постоянного тока нуждаются в шунтировании резисторами или диодами.
20. Способы получения высоких напряжений.

3. Теория автоматического регулирования и управления.

1. Нарисуйте график переходной функции инерционного звена?
2. Нарисуйте график переходной функции колебательного звена?
3. Что такое импульсная (весовая) функция звена и как она связана с переходной?
4. Передаточная функции ПИ-регулятора и его реакция на скачок входного сигнала.
5. Экспериментальное определение АЧХ, ФЧХ; АФЧХ колебательного звена.
6. Что такое звено чистого запаздывания? Нарисуйте его переходную характеристику и АФЧХ. Транспортное запаздывание?
7. Как оценить устойчивость замкнутой системы по АФЧХ разомкнутого контура?
8. Как оценить устойчивость замкнутой системы по ЛАЧХ разомкнутого контура?

9. Как оценить устойчивость замкнутой системы по корням ее характеристического уравнения?
10. Какой преимущественно наклон должна иметь ЛАЧХ разомкнутого контура устойчивой системы в районе частоты среза?
11. Чем отличается астатическая система регулирования от статической? Какая лучше? Хуже?

$$W(p) = \frac{K(T_1 p + 1)}{T_2 p(T_3 p + 1)}$$
12. Передаточная функция разомкнутого контура системы . Из каких звеньев состоит система и чему равна добротность по скорости?
13. Что такое полоса пропускания замкнутой системы? Методы экспериментального определения?
14. Что такое нелинейная система автоматического регулирования?
15. Приведите примеры однозначных и петлевых характеристик нелинейного звена.
16. Что такое гармоническая линеаризация нелинейного звена?
17. Каким методом можно определить устойчивость автоколебаний в нелинейной САУ?
18. Нарисуйте характеристику нелинейного звена типа «люфт» и приведите его физический пример.
19. Докажите, что устойчивая линейная система должна иметь все корни характеристического уравнения в левой полуплоскости.
20. Дайте определение передаточной функции звена?

4. Элементы электроаппараты, электропривода

1. Какие аппараты называются контактными, а какие бесконтактными? Электронными, электрическими? Электромагнитное реле, конструкция.
2. Чем отличаются электромагнитный контактор от реле?
3. Какие виды контроллеров и командо-контроллеров Вам известны?
4. Что такое электродвигатель? Электропривод? Типы двигателей, используемых в электроприводе?
5. Трансформаторы силовые и измерительные, тока и напряжения. Чем они отличаются друг от друга? Возможна ли трансформация на постоянном токе?
6. Что такое принцип обратимости электрических машин?
7. Назначение электропривода. Классификация электроприводов по назначению по мощности. Асинхронные, синхронные, постоянного тока.
8. Чем отличается силовой канал электропривода от информационного?
9. Что такое механическая часть электропривода и чем она отличается от электрической?
10. Какие виды инерции проявляют себя в электроприводе?
11. Физический смысл постоянных времени T_Σ , T_M , T_T ?
12. Что такое M , M_c и $M_{дин}$. Активные и реактивные моменты?
13. Какое управление электроприводом называется параметрическим?
14. Область применения приводов с параметрического управлением. Виды параметрического управления.
15. Управляющие и возмущающие воздействия в электроприводе?
16. Режимы работы электрических машин.
17. Скорость идеального холостого хода? От чего она зависит в приводах постоянного и переменного тока?
18. Какие характеристики называются механическим, электрическими, электромеханическими? Приведите примеры.
19. Понятие жесткости. Статическая жесткость механической характеристики?

5. Преобразовательная техника постоянного и переменного тока

1. Выпрямители (однофазные, многофазные, составные). Функциональная схема, назначение её узлов. Внешняя характеристика. Область применения.
2. Управляемые и полупроводимые выпрямители, их отличие от неуправляемых. Режимы работы, регулировочные и внешние характеристики, области применения.
3. Реверсивные тиристорные преобразователи, силовые схемы, способы управления комплектами.
4. Преобразователи частоты с непосредственной связью. Силовые схемы и способы управления. Технические достоинства и недостатки.
5. Назначение реакторов и трансформаторов в тиристорных преобразователях.

7. Транзисторы биполярные, с полевым управлением, комбинированные. Вольтамперные характеристики, частотные свойства и другие параметры. Достоинства и недостатки. Области применения.

8. Что такое интеллектуальный модуль? Какие модули Вы знаете? В чём преимущество модульного исполнения силовых вентиляей?

9. Фото- и светодиоды, фототранзисторы, магниторезисторы, терморезисторы. Свойства и технические характеристики. Примеры использования в электроприводе.

10. Датчики скорости и пути. Коллекторные и бесколлекторные тахогенераторы. Фотоимпульсные кодовые и инкрементальные датчики измерения углового положения вала, принцип действия. Достоинства и недостатки.

11. Датчик скорости и пути на базе синусно-косинусного вращающегося трансформатора. Принцип действия и его технические характеристики. Достоинства и недостатки.

12. Трансформаторы тока. Назначение, принцип действия. Особенности применения в электроприводах.

13. Преобразователи постоянного напряжения в переменное - инверторы. Зависимые и независимые (автономные) инверторы. Примеры их схемной реализации. Особенности построения ключей для автономных инверторов напряжения. Почему ключевой режим энергетически наиболее популярен в силовой преобразовательной технике?

14. Амплитудный, широтный и широтно-импульсный методы регулирования напряжения в схемах автономных инверторов напряжения (АИН). В чём их отличие? Алгоритмы однополярной и двухполярной модуляции применительно к мостовой схеме АИН с однофазным выходом. Графики выходного напряжения и тока при активно-индуктивной нагрузке.

15. Трёхфазная мостовая схема автономного инвертора с векторным принципом формирования напряжения синусоидальной формы. Функциональная схема.

16. Автономные инверторы напряжения для высоковольтной нагрузки. Варианты силовых схем.

17. Вольтамперная характеристика тиристора. Принцип контроля проводимости мости тиристорного комплекта

18. Инверторы напряжения с однонаправленным выходным током для управления индукторным двигателем.

19. Регулируемый электропривод на базе синхронной машины с возбуждением на роторе от постоянных магнитов. Функциональная схема и алгоритмы управления. Достоинства и недостатки. Области применения.

20. Регулируемый электропривод на базе асинхронной машины с К.З. ротором. Функциональные схемы и алгоритмы управления. Достоинства и недостатки. Области применения.

6. Микропроцессорные средства и системы

1. Что дает использование регистров общего назначения?
2. В чём отличие структур ЭВМ с общими и изолированными шинами?
3. Чем отличается микроконтроллер от микропроцессора? от микро ЭВМ?
4. Как классифицируются команды ЭВМ по функциональному назначению?
5. Что такое косвенный метод адресации?
6. В чём состоит назначение программного счётчика?
7. Что такое стек и для чего он используется?
8. Что содержит указатель стека?
9. Сформулируйте правило сохранения в стеке и извлечения из него?
10. Для чего используется режим прямого доступа к памяти и в чём его преимущества?
11. В чём суть режима работы по прерыванию?
12. Что такое вектор прерывания?
13. Что такое полинг, и как он реализуется?
14. С какой целью производится опрос готовности контроллера внешнего устройства при вводе (выводе) данных?
15. Как осуществляется синхронизация контроллера с внешним устройством при параллельном вводе (выводе) данных?
16. Как решается задача синхронизации при последовательной асинхронной передаче данных?
17. Что такое посылка, и с какой целью она реализуется?
18. На каких элементах выполняется статическая память? Динамическая память? В чём отличие

микросхем статической и динамической памяти?

19. Для чего необходима регенерация ОЗУ и с каким типом памяти она используется? Какая частота регенерации?

20. Что такое страничная организация памяти? Способ реализации?

7. Регулируемый привод и управление

1. Упрощенная функциональная схема и принцип действия 2-х контурной системы подчинённого регулирования.
2. Сравнительный анализ статических характеристик в схемах с “ПИ” и “П” регуляторами скорости.
3. Структурная схема и особенности синтеза двухконтурной системы подчинённого регулирования с последовательной коррекцией. Особенности синтеза контура тока.
4. Структурная схема и особенности синтеза для контура скорости. Соответствие частотных характеристик и качества переходных процессов.
5. Анализ переходных процессов в системе типа “2-1-2” с помощью частотных характеристик
6. Двухзонный электропривод, назначение, статические характеристики.
7. Переходный процесс при возбуждении двигателя в двухзонном РЭП.
8. Анализ переходных процессов при наличии задатчика интенсивности на входе РЭП.
9. СЭП с регулированием по отклонению. Переходные процессы при позиционировании и приложении нагрузки.
10. СЭП с регулированием по отклонению. Анализ переходных процессов в режиме равномерного вращения с последующим приложением нагрузки.
11. СЭП с комбинированным управлением. Свойства, анализ переходного процесса в режиме равномерного вращения.
12. Позиционный электропривод с линейным регулятором положения, принцип действия, виды перемещений, особенности синтеза и качества переходных процессов
13. Основные понятия в электромагнитных процессах: МДС, магнитный поток, потокосцепление, магнитная индукция, индуктивность и индуктивное сопротивление, ЭДС, наводимые в обмотках. Единицы измерения переменных.
14. Конструктивные особенности и принцип действия и характеристики асинхронного двигателя.
15. Методика построения векторной диаграммы АД с помощью схемы замещения.
16. Анализ схемы замещения АД при частотном регулировании.
17. Влияние напряжения статора на характеристики асинхронного двигателя.
18. Принцип построения замкнутых систем частотного регулирования с векторным управлением.
19. Инвертор напряжения и его свойства.
20. Принцип регулирования выходного напряжения инвертора методом широтно-импульсной модуляции.

8. Системы компьютерного управления приводами и электроавтоматикой

1. Архитектура ЭВМ. Поясните принцип работы компьютера на примере решения задачи $C = A+B$.
2. Аппаратные и программные средства для задачи: включение и выключение электромагнитного реле через параллельный (LPT) интерфейс.
3. Управление от ЭВМ регулируемым приводом постоянного тока: аппаратные и программные средства.
4. Структура процессорного координатного СЭП с замыканием обратной связи через ЭВМ. Функциональная схема. Алгоритм микропроцессорного управления. Достоинства и недостатки.
5. Таймер, назначение, принцип работы. Настройка таймера на заданную частоту. Механизм прерываний.
6. Система команд управляющей ЭВМ типа IBM PC.
7. Блок цифро-дискретного преобразователя. Назначение, схема
8. Компьютерное управление регулируемым приводом. Алгоритм, ассемблер-программа.
9. Прерывания аппаратные и программные.
10. Введите свой год рождения в сегменте данных всеми возможными в Ассемблере IBM PC способами.
11. Представьте свой год рождения в системах счисления с основаниями 2, 8, 10, 16 и двоично-десятичном (BCD упакованном и распакованном формате).
12. Клавиатура- устройство ввода. Макрокоманды ввода кода и сканкода в процессор.
13. Компьютерное управление шаговым приводом: область применения, принцип работы, устройство сопряжения.
14. Интерфейс станочной магистрали.

15. Интерфейс эмулятора ЭВМ с мультиплексированной шиной адреса-данных
16. Блок дискретного вывода, назначение, функциональная схема
17. Блок цифро-аналогового преобразователя, назначение, функциональная схема
18. Представление отрицательных чисел в двоично-дополнительном и прямом коде.
19. Вывод в Ассемблере строковых констант на монитор.
20. Управляющая программа в системе числового программного управления в формате. Назначение, структура, функции.

Рекомендуемая литература

1. А.А. Детлаф. Курс физики, учебное пособие для втузов. М.: Высшая школа, 2000.
2. Н.С. Пискунов. Дифференциальное и интегральное исчисление. Учебное пособие для втузов. М.: Наука, 1985.
3. Сборник задач по математике, часть 1-4, под ред. А.В. Ефимова, А.С. Пospelова. Изд-во физико-математической литературы, 2004.
4. А.В. Дарков, Г.С. Шпиро. Сопротивление материалов, М.: Высшая школа, 1980.
5. С.М. Тарг. Краткий курс теоретической механики. Учебник для вузов, М.: Высшая школа, 1986.
6. А.А. Яблонский, Сборник задач для курсовых работ по теоретической механики, М.: Интеграл-Пресс, 2005.
7. Зевеке Г.В. Основы теории цепей. Учебник для электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов. М.: Высшая школа, 1989.
8. Алексеев Н.К. и др. Теоретические основы электротехники, Электромагнитное поле, конспект лекций, Чуваш. ГУ, 2002.
9. В.Я. Беспалов. Электрические машины. Москва, АКАДЕМИА, 2006.
10. Н.Ф. Ильинский. Основы электропривода. Учебное пособие М.: МЭИ, 2003.
11. Н.Н. Кацман. Электрический привод, М.: Изд. центр АКАДЕМИЯ, 2008.
12. Л.П. Кураков, Е.К. Лебедев. Информатика. Учебник, Чуваш.ГУ. Чебоксары, 2002.
13. В.А. Бесекерский, Е.П. Попов Теория систем автоматического регулирования М.: Высшая школа, 2004.
14. В. Дьяконов. MATLAB: учебный курс, -СПб; Питер, 2001.
15. О.З. Попков. Основы преобразовательной техники. М.: изд-во МЭИ, 2005.
16. В.И. Мелешин, Транзисторная преобразовательная техника, М.: Техносфера, 2005.
17. М. Гук. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия –СПб, Питер, 2002.
18. А.К. Мартыничев. Системы программного управления производственными установками и технологическими комплексами. Учебное пособие, Чуваш.ГУ, 1998.

Настоящая программа составлена в соответствии с примерной программой государственного экзамена по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и Электротехника».

Составитель: профессор Мартыничев А.К.

ПРОГРАММА

**вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерская программа:
«Режимы работы электрических источников питания, подстанций, сетей и систем»
(очная, очно-заочная формы обучения)**

1. Основы теории коммутации электрических цепей

Основные законы коммутации электрических цепей. Общие сведения о методах расчета переходных процессов в линейных и нелинейных цепях.

Включение электрических цепей постоянного и переменного тока с линейными и нелинейными элементами.

Общая характеристика процессов отключения электрических цепей, восстанавливающее напряжение, восстанавливающаяся электрическая прочность, стадии межконтактного промежутка в процессе отключения электрической цепи.

Электрические разряды в воздухе, разновидности разряда. Электрическая дуга Физические процессы, протекающие в межконтактном промежутке. Виды ионизации и деионизации. Ударная ионизация,

автотермоэлектронная ионизация, термическая ионизация. Нейтрализация, рекомбинация, диффузия. Строение электрической дуги. Приэлектронные зоны, столб дуги. Длинная и короткая дуга. Вольтамперная характеристика дуги. Статическая и динамическая ВАХ.

Электрическая дуга постоянного тока.

Условие гашения. Критическая длина дуги и ее расчет. Время горения дуги. Перенапряжение при горении дуги постоянного тока. Способы борьбы с перенапряжениями.

Электрическая дуга переменного тока

Особенности дуги переменного тока. Нулевая пауза тока. Условие гашения дуги переменного тока в нулевую фазу. Процесс восстановления напряжения в одночастотном контуре. Аперриодический и колебательный процессы восстановления напряжения. Возвращающееся напряжение. Собственная частота отключаемой цепи, Коэффициент затухания, коэффициент амплитуды.

Восстанавливающаяся прочность межконтактного промежутка и методы ее определения.

Способы гашения дуги в электрических аппаратах низкого напряжения.

Простой разрыв, двухкратный разрыв, щелевые дугогасительные камеры, магнитное дутье, деионная решетка.

Электрические контакты.

Определение. Разновидности контактов. Физические явления в электрическом контакте. Переходное сопротивление контакта, сопротивление стягивания одноточечного и многоточечного контакта. Упругая и пластичная деформация. Зависимость сопротивления стягивания от силы контактного нажатия. Температура контактной точки. Распределение температуры вдоль тела контакта. Характеристика контактов. Сваривание контактов. Максимальный плавящий ток.

Особенности работы коммутационных контактов. Замкнутое состояние контактов, размыкание, разомкнутое состояние контактов, замыкание контактов.

Материалы и конструкции контактов.

Нагрев контактов в режиме длительного протекания тока, в повторно-кратковременном и в режиме короткого замыкания.

Эрозия и износ контактов.

Механический, химический и электрический износ. Зазоры и провалы контактов.

Общее уравнение энергетического баланса электрической дуги. Массоперенос в электрической дуге (поток плазмы).

2. Электромеханические аппараты автоматики и управления

Поляризованные реле. Общие сведения и классификация. Особенности проектирования поляризованных реле. Магнитоэлектрические реле. Принцип действия. Тяговая и механическая характеристики магнитоэлектрического реле. Ферродинамическое реле. Тепловые реле. Электромеханические реле других принципов действия: резонансные реле, емкостные и электронные реле. Герконовые реле. Предпосылки создания и развития магнитоуправляемых контактов. Основные конструктивные схемы герконов и использование их в технике. Особенности работы устройств на герконах. Основные типы нейтральных герконовых реле. Реле с памятью, ферриды, способы управления, типы реле. Управление герконами полем постоянного магнита. Датчики. Основные определения и характеристики. Резистивные датчики: Общие сведения, конструктивные схемы, погрешности, основные расчетные соотношения. Жидкостные датчики: Основные конструктивные схемы, характеристики датчиков контактного сопротивления. Тензодатчики. Проволочные, фольговые и полупроводниковые.

Терморезисторы и термодатчики: материалы, температурная характеристика, способы нагрева, схемы включения, релейный режим работы.

Механотроны. Принцип действия датчиков перемещения и усилий, конструктивные схемы, характеристики. Индуктивные датчики: схемы включения и характеристики, магнитоупругие датчики, с переменным числом витков. Разновидности датчиков: с переменным воздушным зазором, дифференциальные датчики угловых перемещений.

Трансформаторные датчики: конструктивные схемы и характеристики.

Датчики с температурной зависимостью магнитной проницаемости.

Магнитомодуляционные и магнитоэлектрические датчики. Датчики с использованием эффекта Холла: принцип действия, схемы включения. Магниторезисторы. Феррозонды. Магнетроны. Магнитомодуляционные и магнитоэлектрические датчики с подвижными элементами. Магнитомодуляционные датчики компенсационного типа.

Емкостные датчики: принцип действия, конструктивные схемы. Датчики с изменяющейся

диэлектрической проницаемостью и биморфные элементы.

Пьезоэлектрические датчики. Термоэлектрические датчики.

Электромагнитные, магнитные, электростатические подвесы. Общие сведения и классификация. Подвешивание в постоянных магнитных полях. Подвесы на постоянных магнитах, электромагнитные подвесы. Электромагнитные подвесы переменного тока. Электростатические подвесы. Активные электромагнитные и индукционные подвесы. Кондукционные и индукционные подвесы: применение индукционного подвеса в датчиках перемещений и усилий, разновидности индукционного подвеса в датчиках перемещений и усилий, разновидности конструктивных схем. Магнитные подвесы, построенные на использовании зоны особых точек магнитного поля.

Муфты с электрическим управлением.

Индукционные муфты: принцип действия (основные расчетные соотношения). Электростатические муфты. Электромагнитные фрикционные муфты. Магнитоэмульсионные и ферропорошковые муфты. Гистерезисные муфты.

Сильноточные коммутационные аппараты управления.

Устройство контакторов и пускателей и их режимы коммутации. Система дугогашения. Дуогасительные камеры. Эрозия и дуговой износ контактов. Высокочастотные контакторы. Жидкометаллические и герметизированные контакторы. Синхронные контакторы. Гибридные контакторы. Конструктивные схемы и технические параметры общепромышленных серий ртутяных контакторов и пускателей.

Автоматические выключатели. Защита от аварийных режимов. Устройство автоматов. Расцепители автоматов. Электродинамические автоматические выключатели. Автоматы гашения поля.

Плавкие предохранители: закрытые, засыпные, жидкометаллические, инерционные.

3. Аппараты релейной защиты

Назначение релейной защиты. Функции релейной защиты и основные требования, предъявляемые к ее свойствам. Оценка технического совершенства, надежности и эффективности функционирования защит.

Виды повреждений и ненормальных режимов работы сетей и требования к их релейной защите:

- короткие замыкания в одной точке (трехфазные КЗ, двухфазные КЗ, однофазные КЗ в сетях с глухозаземленными нейтралью); двойные КЗ на землю).

- разрыв одной фазы, двух фаз.

- однофазные замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.

Структура устройств релейной защиты и их элементная база

Функциональные части устройств релейной защиты: измерительные органы, логическая часть, исполнительные органы, блок питания, сигнальный орган. Аналитическое описание алгоритмов функционирования устройств релейной защиты.

Электрохимическая и электронная элементная базы.

Микропроцессорная элементная база.

Измерительные ТТ и схемы их соединений

Основные сведения. Погрешности измерительных ТТ. Параметры, влияющие на уменьшение тока намагничивания. Требования к точности измерительных ТТ и их выбор. Типовые схемы соединений вторичных обмоток измерительных ТТ. Нагрузка на измерительные ТТ.

Измерительные ТН и схемы их соединений

Основные сведения. Погрешности измерительных ТН. Схемы соединения вторичных обмоток ТН.

Токовые и токовые направленные защиты (ТЗ и ТНЗ)

Алгоритм функционирования ТЗ. 1-я и 2-я ступени ТЗ: назначение, расчёт параметров. Особенности токовых отсечек в схеме блока "Линия – трансформатор". Максимальная токовая защита, расчёт уставок, проверка чувствительности. Особенности построения ТЗ с плавно-зависимыми характеристиками. Общая оценка токовых защит.

Принцип работы ТНЗ. 1-я и 2-я ступени ТНЗ. Максимальная ТНЗ. Общая оценка токовых направленных защит. Органы направления мощности и схемы их включения.

Защиты от замыканий на землю в сетях с малым током замыкания.

Дистанционные защиты (ДЗ)

Принцип действия. Характеристика срабатывания ДЗ. Выбор параметров защиты. Требования к формам характеристик срабатывания ДЗ в комплексной плоскости.

Входные напряжения и токи ДЗ. Поведение ДЗ при качаниях и асинхронных режимах работы. Пусковые органы ДЗ. Предотвращение ложного действия защит при нарушениях питания их цепей напряжения. Общая

оценка ДЗ.

Дифференциальные токовые защиты (ДТЗ)

Принцип действия ДТЗ. Ток небаланса, ток срабатывания и чувствительность ДТЗ. Способы повышения чувствительности ДТЗ. Выполнение продольных ДТЗ с проводными каналами. Поперечные ДТЗ.

Статические реле тока и напряжения

Реле с относительным замером длительности импульсов. Реле без фильтрующих свойств. Чувствительное реле тока защиты от замыканий на землю. Быстродействующее реле тока нулевой последовательности.

Реле тока с зависимой выдержкой времени

Виды характеристик срабатывания. Микропроцессорные реле тока с зависимой выдержкой времени.

Измерительные реле, фиксирующие несимметрию токов (напряжений) трехфазной системы

Фильтры симметричных составляющих. Фильтровые реле тока и напряжения. Реле с частотно-компенсированными фильтрами.

Дифференциальные реле

Реле с торможением для защиты силовых трансформаторов.

Реле направления мощности

Область применения. Назначение и требования, предъявляемые к реле. Основные характеристики и параметры, схемы включения.

Реле направления мощности со сравнением фаз электрических величин.

Реле и пусковые органы дистанционных защит

Реле сопротивления: назначение, виды характеристик срабатывания. Фазовый принцип построения реле сопротивления.

Органы контроля исправности цепей напряжения. Пусковые органы блокировки при качаниях.

Конструктивные особенности аппаратуры РЗА

Типовые конструктивы отечественной аппаратуры РЗА. Модульный (блочный) принцип построения устройств релейной защиты. Примеры выполнения защит на основе модулей (блоков).

Комплектные устройства РЗА

Особенности конструктивного выполнения комплектных устройств.

4. Электронные и микропроцессорные электрические аппараты

Основные термины и определения. Понятие МП - систем. Области применения МП - систем. Характеристика серий БИС для построения МП - систем.

Архитектуры типовых МП - систем (Фон - Неймановская и Гарвардская). Изолированный и совмещенный ввод-вывод. Трех - и двухшинные структуры МП - систем. Временные диаграммы их работы.

Общие характеристики ИМС серий К1533 и К1554 и рекомендации по их применению в МП - системах.

Номенклатура логических ИМС (И, ИЛИ, НЕ) серий К1533 и К1554.

Регистры, их основные типы, условные графические обозначения (УГО) и характеристики. Рекомендации по их применению. Регистры серий КР1533, КР1554.

Шинные формирователи (ШФ), их основные типы, УГО и характеристики. Рекомендации по их применению. Шинные формирователи серий КР580, КР1533, КР1554.

Дешифраторы, их основные типы, УГО и характеристики. Рекомендации по их применению. Дешифраторы серий КР1533, КР1554.

Общая характеристика. Основные параметры.

Микроконтроллеры семейства MCS-51. Базовая организация и структурная схема ОМК. Периферийные средства MCS-51: порты ввода-вывода, последовательный канал связи, таймеры-счетчики, система прерываний.

Микроконтроллер ADuC812. Структурная схема. АЦП и ЦАП микроконтроллера. Сторожевой таймер. Монитор питания. Типовые схемы включения ADuC812.

Сравнительная характеристика ОМК. Рекомендации по их применению.

Общие сведения. Классификация ЗУ: оперативные ЗУ (ОЗУ), постоянные ЗУ (ПЗУ), перепрограммируемые ЗУ (ППЗУ). Основные характеристики БИС ЗУ. Принципы построения блоков ЗУ.

Методы дешифрации адресов ЗУ. Полная и частичная дешифрация. Примеры.

ОЗУ. Типовые сигналы управления. Микросхемы статических ОЗУ (*серия К537*). Их УГО, характеристики и рекомендации по применению. Блок статического ОЗУ. Методы тестирования ОЗУ.

ПЗУ. Типовые сигналы управления. Микросхемы однократно программируемых ПЗУ. Их УГО, характеристики и рекомендации по применению. Микросхемы перепрограммируемых ПЗУ с УФ - стиранием информации (РПЗУ - УФ). Их УГО, характеристики и рекомендации по применению. (*Серия К573*).

Микросхемы ПЗУ с электрическим стиранием информации (Flash - память). Их характеристики и рекомендации по применению.

Блок ПЗУ на микросхемах Flash - памяти.

Тестирование ПЗУ.

Программирование микросхем ПЗУ и внутренней Flash - памяти в МК.

Общие сведения. Классификация и характеристика способов ввода- вывода информации.

Ввод- вывод дискретной информации.

Типы интерфейсов. Их характеристики, временные диаграммы, области применения. Аппаратная реализации интерфейсов:

- RS-232.
- RS-485.
- ТП-20 мА.

Периферийные БИС для ввода- вывода дискретной информации. КР580ВВ55. Примеры схем включения.

Примеры схем подключения периферийных устройств с использованием регистров со статическим и динамическим управлением.

Дешифрация адресов периферийных устройств. Использование дешифраторов и схем комбинационной логики. Примеры схем дешифрации БИС КР580ВВ55 и регистров.

Периферийные устройства, их характеристики. Области применения.

Режим динамической индикации. Примеры схем и программ.

Особенности подключения дискретных входов к МП - системе.

Ввод- вывод аналоговой информации. Характеристики и вопросы применения встроенных в ОМК АЦП на примере ADuC812. АЦП AD7892. Характеристики и схема включения.

Характеристики и вопросы применения встроенных в ОКМК ЦАП на примере ADuC812.

Аналоговые коммутаторы, их характеристики и схемы включения.

Ввод-вывод по прерываниям. Общая характеристика. Прерывания в ADuC812. Примеры схем и программ.

Интервальный таймер в ADuC812. Примеры его программирования.

Практические рекомендации по разработке функциональных и принципиальных схем. Оформление графической части курсового проекта.

Обеспечение помехоустойчивости МП- систем.

Этапы проектирования программного обеспечения (ПО) МП- систем.

Кросс - системы проектирования ПО.

Программирование на языке Макроассемблер. Характеристика языка. Команды и директивы. Запись программы на Ассемблере. Макрокоманды. Трансляция и выполнение программы. Примеры программирования на Ассемблере.

Симуляторы ОМК.

Рекомендации по проектированию и отладке ПО.

Настоящая программа составлена в соответствии с примерной программой государственного экзамена по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и Электротехника».

Составитель: профессор Никитин А.А.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа: «Электротермические процессы и установки с системами питания и управления»

(очная, очно-заочная формы обучения)

1. Требования к уровню подготовки поступающего в магистратуру

1.1. Предшествующий уровень образования – освоение основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению «Электроэнергетика и электротехника».

1.2. Поступающий в магистратуру должен иметь документ государственного образца (диплом) с присвоенной степенью (квалификацией) бакалавра техники и технологии.

2. Вопросы, выносимые на вступительный экзамен в магистратуру по программе «Электротермические процессы и установки с системами питания и управления»

2.1. Вычислительные методы

- 2.1.1. Как решаются системы обыкновенных дифференциальных уравнений по методам Эйлера, Рунге-Кутты с постоянным и переменным шагами?
- 2.1.2. Поясните методику обработки экспериментальных данных по методу наименьших квадратов применительно к поиску параметров аппроксимирующих зависимостей.

2.2. Электротехнологические процессы

- 2.2.1. Какую роль играет известь при кислородном процессе в ДСП?
- 2.2.2. Для каких целей применяют ферросплавы? В каких печах их производят?
- 2.2.3. Технология плавки стали в ДСП.
- 2.2.4. Какую роль играет шлак при плавке стали в дуговых печах?
- 2.2.5. Технология плавки чугуна в ДСП.
- 2.2.6. Как можно снизить содержание в стали неметаллических включений?
- 2.2.7. Какими способами можно получить металл с низким содержанием газов?
- 2.2.8. Объяснить, для чего применяется продувка стали кислородом?
- 2.2.9. Сущность закона Гесса. Можно ли применить этот закон к процессам, не являющимся типичными химическими реакциями (изменение агрегатного состояния, растворение и т.п.).

2.3. Теория теплообмена

- 2.3.1. Охарактеризуйте три основных вида теплопередачи.
- 2.3.2. Граничные условия задачи теплопроводности? Какие параметры указываются при заданных граничных условиях 1-4 родов?
- 2.3.3. От чего зависят тепловые сопротивления внутренние (теплопроводности) и внешние (теплоотдачи)?
- 2.3.4. В чем заключается сущность уравнения теплопроводности?
- 2.3.5. Коэффициент теплопроводности λ материала и его физический смысл?
- 2.3.6. Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{\text{конв}}$, его физический смысл и размерность?
- 2.3.7. Как определить, является ли изделие теплотехнически тонким или массивным? На что это влияет?

2.4. Теория резистивного нагрева

- 2.4.1. Основные закономерности распространения тока, напряжения и мощности РЭП. Границы естественного растекания тока.
- 2.4.2. Влияние геометрических параметров и схемы питания двухэлектродной печи на сопротивление ванны.

2.5. Теория дугового нагрева

- 2.5.1. Виды ВАХ дугового разряда постоянного тока и факторы, оказывающие влияние на их характер.
- 2.5.2. Распределение напряжения по длине дуги, регулировочная характеристика дуги в различные периоды дуговой плавки.
- 2.5.3. Методы зажигания дуги.
- 2.5.4. Виды эмиссии электронов. Их роль в дуговых электропечах.
- 2.5.5. Вентильный эффект в дугах переменного тока.

2.6. Теория электрических цепей электродных печей

- 2.6.1. Граничные режимы и статическая устойчивость цепей R-L постоянного тока с дугой.
- 2.6.2. Виды динамических ВАХ дуг переменного тока и их аппроксимация.
- 2.6.3. Методы расчета мгновенных значений тока и напряжения в цепях переменного тока с дугами.
- 2.6.4. Различия горения дуги переменного тока в однофазных и трехфазных дуговых печах.
- 2.6.5. Условия выделения максимальной мощности в печах постоянного и переменного тока.

2.7. Электрические печи сопротивления

- 2.7.1. Расчет нагревательных элементов среднетемпературной ЭПС.
- 2.7.2. Конструкции нагревательных элементов среднетемпературного ЭПС.
- 2.7.3. Электропечи сопротивления периодического действия, конструкции, применение.
- 2.7.4. Электропечи сопротивления непрерывного действия, конструкции, применение.

2.8. Установки индукционного нагрева

- 2.8.1. Исходя из уравнений Максвелла, дать математическое описание электромагнитных процессов, происходящих в индукционной тигельной печи типа ИСТ-1,5.

Показать изменение параметров садки и печи в процессе нагрева, дать описание электротермических процессов.

2.8.2. Обоснуйте необходимость применения симметрирующих устройств в индукционных установках промышленной частоты. Поясните принцип симметрирования. Как рассчитать параметры симметрирующего устройства.

2.8.3. Сравните индукционную плавку алюминия в тигельной и канальной печи.

2.8.4. Поясните принцип компенсации реактивной мощности в установках индукционного нагрева. Приведите схемы включения компенсирующих устройств в индукционных нагревательных и закалочных установках.

2.8.5. Основные элементы конструкции индукционных тигельных печей.

2.8.6. Выбор частоты тока для питания индукционных закалочных установок.

2.8.7. Назначение и схема симметрирующих устройств при питании индукционных установок промышленной частоты.

2.9. Дуговые сталеплавильные печи (ДСП)

2.9.1. Расчет и построение электрических и рабочих характеристик ДСП с учетом нелинейности сопротивления токоподвода.

2.9.2. Тепловой расчет ДСП.

2.9.3. Энергетический баланс ДСП.

2.9.4. Конструктивные элементы ДСП, футеровка.

2.9.5. Инженерный метод расчета активного и индуктивного сопротивлений короткой сети ДСП

2.9.6. Схемы коротких сетей и их сравнительный анализ.

2.9.7. Электropечные трансформаторы для дуговых печей.

2.9.8. Электрические схемы питания, управления, защиты и сигнализации ДСП.

2.9.9. Выбор электрического режима периода расплавления в ДСП.

2.9.10. Сравнительный анализ ДСП постоянного и переменного тока.

2.10. Установки спецнагрева

2.10.1. Особенности конструкции и работы плавильных плазмотронов. Технологические схемы плазменных установок для плавки и восстановления металлов.

2.10.2. Принцип действия, конструкции и работа установок для плазменно-дугового напыления.

2.10.3. Принцип действия, конструкции и рабочий процесс ЭШП.

2.10.4. Принцип действия, устройство и области применения электронных плавильных установок.

2.10.5. Принцип действия, конструкция и применение газового CO₂ лазера.

2.11. Электрооборудование и электроснабжение электротехнологических установок (ЭТУС)

2.11.1. Режимы работы энергетических систем.

2.11.2. Расчет токов короткого замыкания в цепях с напряжением $U \geq 1$ кВ и $U \leq 1$ кВ.

2.11.3. Электрические схемы подстанций промышленных предприятий.

2.11.4. Графики нагрузок, коэффициенты, характеризующие графики нагрузок.

2.11.5. Технические характеристики приемников электроэнергии.

2.11.6. Структура построения схем электроснабжения промышленных предприятий.

2.11.7. Принцип гашения дуг в выключателях высокого напряжения.

2.12. Источники питания электротехнологических установок (ЭТУС)

2.12.1. Ламповые генераторы: принцип работы, характеристики.

2.12.2. Полупроводниковые преобразователи частоты для электротехнологических установок.

2.12.3. Источники питания электрических печей сопротивления.

2.12.4. Характерные схемы выпрямителей, применяемых в электротермии.

2.12.5. Источники питания вакуумных дуговых печей.

2.12.6. Электромашинные преобразователи частоты.

2.13. Компьютерная и микропроцессорная техника в электротехнологии (КиМПП в ЭТ)

2.13.1. Устройства микропроцессорной системы и общая характеристика.

2.13.2. Общая характеристика прикладных программных средств, используемых в электротехнологии.

2.14. Системы автоматического управления электротехнологическими установками (САУ ЭТУ)

2.14.1. Определение понятия передаточной функции звена или системы. Передаточная функция соединения звеньев. Временные характеристики звеньев и систем. Частотные характеристики звеньев и систем.

- 2.14.2. Понятие устойчивости системы автоматического управления. Критерии устойчивости систем.
- 2.14.3. Показатели качества системы автоматического управления в установившемся режиме и переходном процессе.
- 2.14.4. Последовательность синтеза корректирующего устройства системы автоматического управления частотным методом.
- 2.14.5. Нелинейные системы автоматического управления и методы их исследования.
- 2.15. Специальная теория переменного электромагнитного тока**
- 2.15.1. Как определить относительную магнитную проницаемость среды по величине удельной поверхностной мощности?
- 2.15.2. Поясните влияние электрического поверхностного эффекта в проводнике на величину сопротивления проводника и потери в нем.
- 2.15.3. Дайте характеристику различным эффектам, которые имеют место при индукционном нагреве металлов.
- 2.15.4. Дайте математическое описание электромагнитных процессов в двухслойной металлической среде при индукционном нагреве. Как рассчитываются активное, реактивное и полное сопротивления такой среды?
- 2.15.5. Проанализируйте зависимости электрического КПД системы индуктор-загрузка от различных параметров (частота, удельное сопротивление материала, величина воздушного зазора и т.д.). Обоснуйте границы применения промышленной частоты при индукционном нагреве черных и цветных металлов.
- 2.15.6. Какие эффекты имеют место при индукционном нагреве металлов?

Рекомендуемая литература

1. Свенчанский А.Д. Электрические промышленные печи. ч.1. Электрические печи сопротивления. – М.: Энергия, 1975.
2. Электрические промышленные печи: Дуговые печи и установки специального нагрева: Учебник для вузов/ А.Д. Свенчанский, И.Т. Жердев, А.М. Кручинин и др.: Под ред. А.Д. Свенчанского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981.
3. Слухоцкий А.Е., Немков В.С., Павлов Н.А., Бамунэр А.В. Установки индукционного нагрева: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. А.Е. Слухоцкого. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981.
4. Васильев А.С. и др. Источники питания электротермических установок/ А.С. Васильев, С.Г. Гуревич, Ю.С. Иоффе. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
5. Миронов Ю.М., Миронова А.Н. Электрооборудование и электроснабжение электротермических, плазменных и лучевых установок: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1991.

Настоящая программа составлена в соответствии с программой государственного экзамена подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составители: профессора Миронов Ю.М., Миронова А.Н.; доценты Терехов В.П., Ананьин Ю.П., Ильгачев А.Н., Тарасов В.А.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа: «Общая теория электроμηχανического преобразования энергии» (очная, очно-заочная формы обучения)

1 Основы теории магнитных и электроμηχανических систем

Разновидности электроμηχανических аппаратов. Электроμηχανические системы электрических аппаратов. Принципы действия, конструктивные разновидности, основные сведения о усилиях и вращающихся моментах электроμηχανических, электродинамических, индукционных, тепловых систем.

Магнитная цепь как основная часть электроμηχανических систем для построения электрических аппаратов – электроμηχανических, магнитоэлектрических, ферродинамических, индукционных. Определение магнитной цепи. Классификация магнитных цепей. Основные понятия и законы, используемые для расчета магнитных цепей. Закон Ома для магнитной цепи. Схема замещения магнитной цепи.

Рабочие, паразитные воздушные зазоры и зазоры рассеяния. Характер распределения силовых линий в воздушном промежутке. Основной поток и поток выпучивания. Задача учета полей выпучивания при расчете проводимости воздушного зазора.

Проводимость для равномерного поля. Границы использования простейшей формулы. Методы расчета магнитной проводимости с учетом полей выпучивания.

Расчет проводимости аналитическим методом. Вывод формул для простейших случаев. Обзор расчетных выражений.

Расчет проводимости методом вероятностных путей потока (Методом Ротерса). Особенности метода. Пример магнитных проводимостей для распространенных геометрических фигур. Нахождение координаты поля выпучивания.

Метод расчетных полюсов. Суть метода. Вывод формул для расчетных размеров круглых полюсов и полюсов прямоугольного сечения.

Экспериментально-аналитические формулы для расчета проводимостей воздушных зазоров магнитных систем электрических аппаратов.

Магнитное поле воздушного зазора. Расчет магнитной проводимости по картине поля. Метод Лемана, метод Буля.

Основные дифференциальные уравнения магнитной цепи. Анализ системы дифференциальных уравнений. Методы решения. Прямая и обратная задачи расчета магнитной цепи.

Расчет магнитной цепи методом численного интегрирования по участкам. Суть метода. Расчет магнитной цепи с сосредоточенной МДС. Прямая и обратная задачи. Кривая намагничивания магнитной системы. Расчет магнитной цепи с распределенной МДС.

Расчет магнитной цепи с помощью коэффициентов рассеяния. Коэффициенты рассеяния магнитной цепи с сосредоточенной МДС. Эпюры распределения магнитного потока и магнитного напряжения вдоль магнитной цепи. Коэффициенты рассеяния для магнитной цепи с распределенной МДС без зазоров и с зазорами у основания. Расчетная длина катушки, формула расчета.

Методика расчета магнитной цепи с помощью коэффициентов рассеяния. Особенности расчета симметричных и несимметричных, неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.

Аналитический метод расчета магнитных цепей. Используемые допущения. Представление магнитных цепей пассивным и активным четырехугольниками. Расчетные выражения для магнитных цепей с сосредоточенной и распределенной МДС.

Особенности магнитных цепей переменного тока, кривая намагничивания и петля гистерезиса. Влияние нелинейности магнитной системы на форму кривой потока и МДС во времени. Сдвиг по фазе между индукцией и напряженностью магнитного поля. Комплексная магнитная проницаемость.

Магнитное сопротивление стали на переменном токе. Нахождение составляющих комплексного магнитного сопротивления. Комплексный метод расчета магнитных систем переменного тока.

Магнитная цепь переменного тока с короткозамкнутой обмоткой (экраном). Потoki в экранированной и неэкранированной частях. Векторная диаграмма.

Магнитные цепи переменного тока с К.З. витками. Электрическое и магнитное сопротивление К.З. витка. Распределение магнитных потоков в системе с К.З. витком. Схема замещения для магнитных цепей переменного тока.

Особенности магнитотвердых материалов. Кривая размагничивания и ϵ параметры. Аппроксимация кривой размагничивания. Образование постоянного магнита. Приведенные проводимости постоянного магнита. Понятие о рабочей диаграмме постоянного магнита и рабочей точке постоянного магнита для часто встречающихся случаев. Вывод рабочей точки на линию возврата. Стабилизированный постоянный магнит. Схема замещения постоянного магнита. Фиктивная МДС и магнитное сопротивление постоянного магнита. Определение точки отхода линии возврата.

Схема замещения магнитных цепей с постоянными магнитами.

Основные понятия и определения. Оценка необходимости учета электродинамических усилий. (ЭДУ) при расчете и проектировании электрических аппаратов. Способы расчета ЭДУ. Законы Ампера, законы Био-Савара-Лапласа, энергетический баланс. Методы определения направления ЭДУ.

Определение ЭДУ с использованием закона Био-Савара-Лапласа. Коэффициент контура ЭДУ. ЭДУ между бесконечно-тонкими параллельными проводниками. Учет формы поперечного сечения при расчете ЭДУ. Коэффициент формы ЭДУ между параллельными шинами. ЭДУ, действующее на перемычку токоведущего контура. ЭДУ в витках и между витками. ЭДУ между проводником и ферромагнитной массой. ЭДУ, действующее на электрическую дугу в деионной решетке. ЭДУ в контактах.

ЭДУ на переменном токе в однофазных и трехфазных цепях. Механический резонанс. ЭДУ при

коротким замыканием. Электродинамическая устойчивость.

2. Электромеханические аппараты автоматики и управления

Поляризованные реле. Общие сведения и классификация. Особенности проектирования поляризованных реле. Магнитоэлектрические реле. Принцип действия. Тяговая и механическая характеристики магнитоэлектрического реле. Ферродинамическое реле. Тепловые реле. Электромеханические реле других принципов действия: резонансные реле, емкостные и электронные реле. Герконовые реле. Предпосылки создания и развития магнитоуправляемых контактов. Основные конструктивные схемы герконов и использование их в технике. Особенности работы устройств на герконах. Основные типы нейтральных герконовых реле. Реле с памятью, ферриды, способы управления, типы реле. Управление герконами полем постоянного магнита. Датчики. Основные определения и характеристики. Резистивные датчики: Общие сведения, конструктивные схемы, погрешности, основные расчетные соотношения. Жидкостные датчики: Основные конструктивные схемы, характеристики датчиков контактного сопротивления. Тензодатчики. Проволочные, фольговые и полупроводниковые.

Терморезисторы и термодатчики: материалы, температурная характеристика, способы нагрева, схемы включения, релейный режим работы.

Механотроны. Принцип действия датчиков перемещения и усилий, конструктивные схемы, характеристики. Индуктивные датчики: схемы включения и характеристики, магнитоупругие датчики, с переменным числом витков. Разновидности датчиков: с переменным воздушным зазором, дифференциальные датчики угловых перемещений.

Трансформаторные датчики: конструктивные схемы и характеристики.

Датчики с температурной зависимостью магнитной проницаемости.

Магнитомодуляционные и магнитоэлектрические датчики. Датчики с использованием эффекта Холла: принцип действия, схемы включения. Магниторезисторы. Феррозонды. Магнетроны. Магнитомодуляционные и магнитоэлектрические датчики с подвижными элементами. Магнитомодуляционные датчики компенсационного типа.

Емкостные датчики: принцип действия, конструктивные схемы. Датчики с изменяющейся диэлектрической проницаемостью и биморфные элементы.

Пьезоэлектрические датчики. Термоэлектрические датчики.

Электромагнитные, магнитные, электростатические подвесы. Общие сведения и классификация. Подвешивание в постоянных магнитных полях. Подвесы на постоянных магнитах, электромагнитные подвесы. Электромагнитные подвесы переменного тока. Электростатические подвесы. Активные электромагнитные и индукционные подвесы. Кондукционные и индукционные подвесы: применение индукционного подвеса в датчиках перемещений и усилий, разновидности индукционного подвеса в датчиках перемещений и усилий, разновидности конструктивных схем. Магнитные подвесы, построенные на использовании зоны особых точек магнитного поля.

Муфты с электрическим управлением.

Индукционные муфты: принцип действия (основные расчетные соотношения). Электростатические муфты. Электромагнитные фрикционные муфты. Магнитоэмульсионные и ферропорошковые муфты. Гистерезисные муфты.

Сильноточные коммутационные аппараты управления.

Устройство контакторов и пускателей и их режимы коммутации. Система дугогашения. Дугогасительные камеры. Эрозия и дуговой износ контактов. Высокочастотные контакторы. Жидкометаллические и герметизированные контакторы. Синхронные контакторы. Гибридные контакторы. Конструктивные схемы и технические параметры общепромышленных серий ртутяных контакторов и пускателей.

Автоматические выключатели. Защита от аварийных режимов. Устройство автоматов. Расцепители автоматов. Электродинамические автоматические выключатели. Автоматы гашения поля.

Плавкие предохранители: закрытые, засыпные, жидкометаллические, инерционные.

Теория подобия и моделирование

Модель и моделирование, подобие, эксперимент. Классификация видов моделирования. Физическое и математическое моделирование. Задачи, решаемые методами моделирования.

Подобие и его виды. Определение явления, процесса и системы. Классификация систем. Основные положения теории размерностей. Независимые и зависимые параметры. Первая теорема о подобии, понятие о критериях подобия. Вторая теорема о подобии, уравнения процессов в критериальной форме. Третья теорема

о подобии. Дополнительные положения теории подобия: о подобии сложных систем, систем с нелинейными или переменными параметрами, анизотропных или неоднородных систем, о подобии физических процессов при отсутствии геометрического подобия, о подобии при вероятностном характере процессов. Способы определения критериев подобия. Определение критериев подобия по уравнениям исследуемых процессов (способом интегральных аналогов). Определение критериев подобия путем анализа размерностей (на основе π -теоремы, 1-й способ). Определение критериев подобия путем сравнения показателей степени размерностей критериев подобия (на основе π -теоремы, 2-й способ). Определение критериев подобия на основе применения системы относительных единиц.

Критерии подобия механических явлений: гомохронности, Ньютона, Фруда, Коши. Примеры использования механических критериев подобия при моделировании механических явлений и процессов.

Критерии подобия электрических, магнитных цепей и полей. Использование методов теории подобия для исследования полей. Моделирование магнитного поля в проводящих средах. Метод электрических сеток и его применение для расчета и моделирование полей.

Критерии подобия электромагнитных устройств. Критерии подобия электромагнитов постоянного тока в статике: процессов в электрической цепи, магнитной цепи, процессов теплообмена, силы тяги. Критерии подобия электромагнитов постоянного тока в динамике. Физическое моделирование процессов в электромагнитных устройствах. Физическая модель герконового реле. Применение физической модели геркона для исследования параметров и проектирования герконовых реле.

Планирование эксперимента в электротехнике. Общие сведения. Постановка задачи. Функция цели и факторы. Параметры оптимизации. Активный эксперимент. Факторное пространство, кодирование факторов. Метод наименьших квадратов. Простейшие планы первого порядка. Дробно-факторный эксперимент. Ортогональные планы второго порядка.

Характерные черты математического моделирования.

Математическая модель (ММ) магнитной цепи (МЦ) постоянного тока. ММ МЦ без учета потоков рассеяния. Решение прямой задачи, алгоритм. Решение обратной задачи расчета МЦ традиционным методом на ЭВМ. Нелинейное уравнение обратной задачи расчета МЦ. Решение обратной задачи методами простых итераций, половинного деления, секущих-хорд и их алгоритмы. ММ МЦ с учетом потоков рассеяния. Нелинейное уравнение прямой задачи расчета МЦ. Решение прямой задачи методами простых итераций, половинного деления, секущих-хорд и их алгоритмы. Нелинейное уравнение обратной задачи расчета МЦ с учетом потоков рассеяния. Решение обратной задачи, алгоритм. Моделирование МЦ электромагнитов втяжного типа. Применение методов решения дифференциальных уравнений к моделированию МЦ. Погрешности ММ МЦ постоянного тока. Расчет МДС срабатывания и возврата электромагнита. Расчет статических характеристик электромагнитов постоянного тока. Моделирование обмоток электрических аппаратов. Расчет минимальных размеров обмотки управления (ОУ), алгоритм. Расчет и выбор диаметра провода из стандартного ряда, алгоритм. Расчет температуры нагрева ОУ, алгоритм.

Моделирование параметров электромагнита в статике. Структурная схема поверочного расчета электромагнита постоянного тока.

Моделирование динамических характеристик электромагнитов постоянного тока. Динамические характеристики, система уравнений динамики. Динамические процессы до момента трогания якоря, алгоритмы расчета. Динамические процессы в период движения якоря, алгоритм расчета. Динамические процессы при отключении электромагнита.

Математическая модель герконового реле.

Моделирование вибрации контактов электрических аппаратов.

Метод статистических испытаний. Применение метода статистических испытаний для исследования точности и надежности электрических и электронных аппаратов.

Настоящая программа составлена в соответствии с примерной программой государственного экзамена по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и Электротехника».

Составитель: профессор Свинцов Г.П.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа: «Электрические аппараты управления и распределения энергии»

1 Основы теории магнитных и электромеханических систем

Разновидности электромеханических аппаратов. Электромеханические системы электрических аппаратов. Принципы действия, конструктивные разновидности, основные сведения об усилиях и вращающихся моментах электромагнитных, электродинамических, индукционных, тепловых систем.

Магнитная цепь как основная часть электромеханических систем для построения электрических аппаратов – электромагнитных, магнитоэлектрических, ферродинамических, индукционных. Определение магнитной цепи. Классификация магнитных цепей. Основные понятия и законы, используемые для расчета магнитных цепей. Закон Ома для магнитной цепи. Схема замещения магнитной цепи.

Рабочие, паразитные воздушные зазоры и зазоры рассеяния. Характер распределения силовых линий в воздушном промежутке. Основной поток и поток выпучивания. Задача учета полей выпучивания при расчете проводимости воздушного зазора.

Проводимость для равномерного поля. Границы использования простейшей формулы. Методы расчета магнитной проводимости с учетом полей выпучивания.

Расчет проводимости аналитическим методом. Вывод формул для простейших случаев. Обзор расчетных выражений.

Расчет проводимости методом вероятностных путей потока (Методом Ротерса). Особенности метода. Пример магнитных проводимостей для распространенных геометрических фигур. Нахождение координаты поля выпучивания.

Метод расчетных полюсов. Суть метода. Вывод формул для расчетных размеров круглых полюсов и полюсов прямоугольного сечения.

Экспериментально-аналитические формулы для расчета проводимостей воздушных зазоров магнитных систем электрических аппаратов.

Магнитное поле воздушного зазора. Расчет магнитной проводимости по картине поля. Метод Лемана, метод Буля.

Основные дифференциальные уравнения магнитной цепи. Анализ системы дифференциальных уравнений. Методы решения. Прямая и обратная задачи расчета магнитной цепи.

Расчет магнитной цепи методом численного интегрирования по участкам. Суть метода. Расчет магнитной цепи с сосредоточенной МДС. Прямая и обратная задачи. Кривая намагничивания магнитной системы. Расчет магнитной цепи с распределенной МДС.

Расчет магнитной цепи с помощью коэффициентов рассеяния. Коэффициенты рассеяния магнитной цепи с сосредоточенной МДС. Эпюры распределения магнитного потока и магнитного напряжения вдоль магнитной цепи. Коэффициенты рассеяния для магнитной цепи с распределенной МДС без зазоров и с зазорами у основания. Расчетная длина катушки, формула расчета.

Методика расчета магнитной цепи с помощью коэффициентов рассеяния. Особенности расчета симметричных и несимметричных, неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.

Аналитический метод расчета магнитных цепей. Используемые допущения. Представление магнитных цепей пассивным и активным четырехугольниками. Расчетные выражения для магнитных цепей с сосредоточенной и распределенной МДС.

Особенности магнитных цепей переменного тока, кривая намагничивания и петля гистерезиса. Влияние нелинейности магнитной системы на форму кривой потока и МДС во времени. Сдвиг по фазе между индукцией и напряженностью магнитного поля. Комплексная магнитная проницаемость.

Магнитное сопротивление стали на переменном токе. Нахождение составляющих комплексного магнитного сопротивления. Комплексный метод расчета магнитных систем переменного тока.

Магнитная цепь переменного тока с короткозамкнутой обмоткой (экраном). Поток в экранированной и неэкранированной частях. Векторная диаграмма.

Магнитные цепи переменного тока с К.З. витками. Электрическое и магнитное сопротивление К.З. витка. Распределение магнитных потоков в системе с К.З. витком. Схема замещения для магнитных цепей переменного тока.

Особенности магнитотвердых материалов. Кривая размагничивания и ϵ параметры. Аппроксимация кривой размагничивания. Образование постоянного магнита. Приведенные проводимости постоянного магнита. Понятие о рабочей диаграмме постоянного магнита и рабочей точке постоянного магнита для часто встречающихся случаев. Вывод рабочей точки на линию возврата. Стабилизированный постоянный магнит. Схема замещения постоянного магнита. Фиктивная МДС и магнитное сопротивление постоянного магнита.

Определение точки отхода линии возврата.

Схема замещения магнитных цепей с постоянными магнитами.

Основные понятия и определения. Оценка необходимости учета электродинамических усилий. (ЭДУ) при расчете и проектировании электрических аппаратов. Способы расчета ЭДУ. Законы Ампера, законы Био-Савара-Лапласа, энергетический баланс. Методы определения направления ЭДУ.

Определение ЭДУ с использованием закона Био-Савара-Лапласа. Коэффициент контура ЭДУ. ЭДУ между бесконечно-тонкими параллельными проводниками. Учет формы поперечного сечения при расчете ЭДУ. Коэффициент формы ЭДУ между параллельными шинами. ЭДУ, действующее на переемычку токоведущего контура. ЭДУ в витках и между витками. ЭДУ между проводником и ферромагнитной массой. ЭДУ, действующее на электрическую дугу в деионной решетке. ЭДУ в контактах.

ЭДУ на переменном токе в однофазных и трехфазных цепях. Механический резонанс. ЭДУ при коротком замыкании. Электродинамическая устойчивость.

2. Основы теории коммутации электрических цепей

Основные законы коммутации электрических цепей. Общие сведения о методах расчета переходных процессов в линейных и нелинейных цепях.

Включение электрических цепей постоянного и переменного тока с линейными и нелинейными элементами.

Общая характеристика процессов отключения электрических цепей, восстанавливающее напряжение, восстанавливающаяся электрическая прочность, стадии межконтактного промежутка в процессе отключения электрической цепи.

Электрические разряды в воздухе, разновидности разряда. Электрическая дуга. Физические процессы, протекающие в межконтактном промежутке. Виды ионизации и деионизации. Ударная ионизация, автотермоэлектронная ионизация, термическая ионизация. Нейтрализация, рекомбинация, диффузия. Строение электрической дуги. Приэлектронные зоны, столб дуги. Длинная и короткая дуга. Вольтамперная характеристика дуги. Статическая и динамическая ВАХ.

Электрическая дуга постоянного тока.

Условие гашения. Критическая длина дуги и ее расчет. Время горения дуги. Перенапряжение при горении дуги постоянного тока. Способы борьбы с перенапряжениями.

Электрическая дуга переменного тока

Особенности дуги переменного тока. Нулевая пауза тока. Условие гашения дуги переменного тока в нулевую фазу. Процесс восстановления напряжения в одночастотном контуре. Аперриодический и колебательный процессы восстановления напряжения. Возвращающееся напряжение. Собственная частота отключаемой цепи, Коэффициент затухания, коэффициент амплитуды.

Восстанавливающаяся прочность межконтактного промежутка и методы ее определения.

Способы гашения дуги в электрических аппаратах низкого напряжения.

Простой разрыв, двухкратный разрыв, щелевые дугогасительные камеры, магнитное дутье, деионная решетка.

Электрические контакты.

Определение. Разновидности контактов. Физические явления в электрическом контакте. Переходное сопротивление контакта, сопротивление стягивания одноточечного и многоточечного контакта. Упругая и пластичная деформация. Зависимость сопротивления стягивания от силы контактного нажатия. Температура контактной точки. Распределение температуры вдоль тела контакта. Характеристика контактов. Сваривание контактов. Максимальный плавящий ток.

Особенности работы коммутационных контактов. Замкнутое состояние контактов, размыкание, разомкнутое состояние контактов, замыкание контактов.

Материалы и конструкции контактов.

Нагрев контактов в режиме длительного протекания тока, в повторно-кратковременном и в режиме короткого замыкания.

Эрозия и износ контактов.

Механический, химический и электрический износ. Зазоры и провалы контактов.

Общее уравнение энергетического баланса электрической дуги. Массоперенос в электрической дуге (поток плазмы).

3. Электромеханические аппараты автоматики и управления

Поляризованные реле. Общие сведения и классификация. Особенности проектирования

поляризованных реле. Магнитоэлектрические реле. Принцип действия. Тяговая и механическая характеристики магнитоэлектрического реле. Ферродинамическое реле. Тепловые реле. Электромеханические реле других принципов действия: резонансные реле, емкостные и электронные реле. Герконовые реле. Предпосылки создания и развития магнитоуправляемых контактов. Основные конструктивные схемы герконов и использование их в технике. Особенности работы устройств на герконах. Основные типы нейтральных герконовых реле. Реле с памятью, ферриды, способы управления, типы реле. Управление герконами полем постоянного магнита. Датчики. Основные определения и характеристики. Резистивные датчики: Общие сведения, конструктивные схемы, погрешности, основные расчетные соотношения. Жидкостные датчики: Основные конструктивные схемы, характеристики датчиков контактного сопротивления. Тензодатчики. Проволочные, фольговые и полупроводниковые.

Терморезисторы и термодатчики: материалы, температурная характеристика, способы нагрева, схемы включения, релейный режим работы.

Механотроны. Принцип действия датчиков перемещения и усилий, конструктивные схемы, характеристики. Индуктивные датчики: схемы включения и характеристики, магнитоупругие датчики, с переменным числом витков. Разновидности датчиков: с переменным воздушным зазором, дифференциальные датчики угловых перемещений.

Трансформаторные датчики: конструктивные схемы и характеристики.

Датчики с температурной зависимостью магнитной проницаемости.

Магнитомодуляционные и магнитоэлектрические датчики. Датчики с использованием эффекта Холла: принцип действия, схемы включения. Магниторезисторы. Феррозонды. Магнетроны. Магнитомодуляционные и магнитоэлектрические датчики с подвижными элементами. Магнитомодуляционные датчики компенсационного типа.

Емкостные датчики: принцип действия, конструктивные схемы. Датчики с изменяющейся диэлектрической проницаемостью и биморфные элементы.

Пьезоэлектрические датчики. Термоэлектрические датчики.

Электромагнитные, магнитные, электростатические подвесы. Общие сведения и классификация. Подвешивание в постоянных магнитных полях. Подвесы на постоянных магнитах, электромагнитные подвесы. Электромагнитные подвесы переменного тока. Электростатические подвесы. Активные электромагнитные и индукционные подвесы. Кондукционные и индукционные подвесы: применение индукционного подвеса в датчиках перемещений и усилий, разновидности индукционного подвеса в датчиках перемещений и усилий, разновидности конструктивных схем. Магнитные подвесы, построенные на использовании зоны особых точек магнитного поля.

Муфты с электрическим управлением.

Индукционные муфты: принцип действия (основные расчетные соотношения). Электростатические муфты. Электромагнитные фрикционные муфты. Магнитоэмульсионные и ферропорошковые муфты. Гистерезисные муфты.

Сильноточные коммутационные аппараты управления.

Устройство контакторов и пускателей и их режимы коммутации. Система дугогашения. Дугогасительные камеры. Эрозия и дуговой износ контактов. Высокочастотные контакторы. Жидкометаллические и герметизированные контакторы. Синхронные контакторы. Гибридные контакторы. Конструктивные схемы и технические параметры общепромышленных серий ртутяных контакторов и пускателей.

Автоматические выключатели. Защита от аварийных режимов. Устройство автоматов. Расцепители автоматов. Электродинамические автоматические выключатели. Автоматы гашения поля.

Плавкие предохранители: закрытые, засыпные, жидкометаллические, инерционные.

4. Аппараты релейной защиты

Назначение релейной защиты. Функции релейной защиты и основные требования, предъявляемые к ее свойствам. Оценка технического совершенства, надежности и эффективности функционирования защит.

Виды повреждений и ненормальных режимов работы сетей и требования к их релейной защите:

- короткие замыкания в одной точке (трехфазные КЗ, двухфазные КЗ, однофазные КЗ в сетях с глухозаземлёнными нейтральюми; двойные КЗ на землю).

- разрыв одной фазы, двух фаз.

- однофазные замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.

Структура устройств релейной защиты и их элементная база

Функциональные части устройств релейной защиты: измерительные органы, логическая часть,

исполнительные органы, блок питания, сигнальный орган. Аналитическое описание алгоритмов функционирования устройств релейной защиты.

Электромеханическая и электронная элементная базы.

Микропроцессорная элементная база.

Измерительные ТТ и схемы их соединений

Основные сведения. Погрешности измерительных ТТ. Параметры, влияющие на уменьшение тока намагничивания. Требования к точности измерительных ТТ и их выбор. Типовые схемы соединений вторичных обмоток измерительных ТТ. Нагрузка на измерительные ТТ.

Измерительные ТН и схемы их соединений

Основные сведения. Погрешности измерительных ТН. Схемы соединения вторичных обмоток ТН.

Токовые и токовые направленные защиты (ТЗ и ТНЗ)

Алгоритм функционирования ТЗ. 1-я и 2-я ступени ТЗ: назначение, расчёт параметров. Особенности токовых отсечек в схеме блока "Линия – трансформатор". Максимальная токовая защита, расчёт уставок, проверка чувствительности. Особенности построения ТЗ с плавно-зависимыми характеристиками. Общая оценка токовых защит.

Принцип работы ТНЗ. 1-я и 2-я ступени ТНЗ. Максимальная ТНЗ. Общая оценка токовых направленных защит. Органы направления мощности и схемы их включения.

Защиты от замыканий на землю в сетях с малым током замыкания.

Дистанционные защиты (ДЗ)

Принцип действия. Характеристика срабатывания ДЗ. Выбор параметров защиты. Требования к формам характеристик срабатывания ДЗ в комплексной плоскости.

Входные напряжения и токи ДЗ. Поведение ДЗ при качаниях и асинхронных режимах работы. Пусковые органы ДЗ. Предотвращение ложного действия защит при нарушениях питания их цепей напряжения. Общая оценка ДЗ.

Дифференциальные токовые защиты (ДТЗ)

Принцип действия ДТЗ. Ток небаланса, ток срабатывания и чувствительность ДТЗ. Способы повышения чувствительности ДТЗ. Выполнение продольных ДТЗ с проводными каналами. Поперечные ДТЗ.

Статические реле тока и напряжения

Реле с относительным замером длительности импульсов. Реле без фильтрующих свойств. Чувствительное реле тока защиты от замыканий на землю. Быстродействующее реле тока нулевой последовательности.

Реле тока с зависимой выдержкой времени

Виды характеристик срабатывания. Микропроцессорные реле тока с зависимой выдержкой времени.

Измерительные реле, фиксирующие несимметрию токов (напряжений) трехфазной системы

Фильтры симметричных составляющих. Фильтровые реле тока и напряжения. Реле с частотно-компенсированными фильтрами.

Дифференциальные реле

Реле с торможением для защиты силовых трансформаторов.

Реле направления мощности

Область применения. Назначение и требования, предъявляемые к реле. Основные характеристики и параметры, схемы включения.

Реле направления мощности со сравнением фаз электрических величин.

Реле и пусковые органы дистанционных защит

Реле сопротивления: назначение, виды характеристик срабатывания. Фазовый принцип построения реле сопротивления.

Органы контроля исправности цепей напряжения. Пусковые органы блокировки при качаниях.

Конструктивные особенности аппаратуры РЗА

Типовые конструктивы отечественной аппаратуры РЗА. Модульный (блочный) принцип построения устройств релейной защиты. Примеры выполнения защит на основе модулей (блоков).

Комплектные устройства РЗА

Особенности конструктивного выполнения комплектных устройств.

Настоящая программа составлена в соответствии с примерной программой государственного экзамена по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и Электротехника».

Составитель: профессор Свинцов Г.П.

ПРОГРАММА
вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(очная, очно-заочная формы обучения)

1. Электропитающие системы и электрические сети.

Понятие основных и утяжелённых (послеаварийных) режимов работы электрической системы. Баланс мощностей в узлах электрической системы. Выбор марки и сечения провода высоковольтной воздушной ЛЭП по техническим и экономическим условиям.

Расчёт параметров схемы замещения элементов электрической системы. Составление схемы замещения отдельных элементов электрической системы и электрической сети. Расчёт падения, абсолютного и относительного значений потери напряжения в проводах ЛЭП и в обмотках силовых трансформаторов и автотрансформаторов общего назначения. Расчёт абсолютного и относительного значений потери мощности и электроэнергии (по графикам электрических нагрузок, по времени наибольших потерь) в основных элементах электрической сети. Расчёт рабочего (установившегося) режима электрической сети или отдельного её элемента по «данным начала», «данным конца» и методом последовательных приближений в два этапа. Электрический расчёт установившегося режима простой замкнутой сети (кольцевой, с двусторонним питанием при равенстве и неравенстве напряжений на источниках). Расчёт коэффициента полезного действия ЛЭП, силовых трансформаторов и автотрансформаторов общего назначения и электрической сети.

Выбор мощности компенсирующих устройств с целью обеспечения заданных значений напряжения и коэффициента мощности в электрической сети. Регулирование напряжения изменением коэффициента трансформации силовых трансформаторов и автотрансформаторов, имеющих устройство РПН.

Электромагнитные переходные процессы.

Расчет периодической составляющей тока короткого замыкания (к.з.) для различных моментов времени как с учетом нагрузки, так и без нее. Алгоритм расчета трехфазного к.з. сложной схеме.

Расчет ударного тока короткого замыкания. Комплексные схемы замещения при однократной поперечной несимметрии. Правило эквивалентности прямой последовательности. Расчет токов двухфазного короткого замыкания. Расчет токов однофазного короткого замыкания. Расчет остаточного напряжения на шинах при трехфазном коротком замыкании за сосредоточенным сопротивлением.

Электрическая часть станций и подстанций.

Выбор силовых трансформаторов на электрических станциях и подстанциях с учетом нагрузочной способности. Выбор сечения проводников по нагреву в длительном режиме. Термическая стойкость проводников к токам короткого замыкания (к.з.). Проверка заданного сечения проводника по термической стойкости к токам к.з. Расчетные условия к.з.

Выбор минимального по термической стойкости сечения проводника. Электродинамическая стойкость проводников к токам к.з. Механический расчет простой и составной шинных конструкций. Ограничение токов к.з. на электрических станциях и подстанциях. Выбор линейных и секционных реакторов.

Выбор и проверка электрических аппаратов: выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов тока, напряжения, токоограничивающих реакторов. Схемы распределительных устройств станций и подстанций и оперативные переключения них.

4. Релейная защита.

Расчет тока срабатывания максимальной токовой защиты (м.т.з) линий, трансформаторов, блоков линия – трансформатор. Проверка чувствительности м.т.з блока - линия - трансформатор, кабельной линии. Расчет тока срабатывания м.т.з трансформатора с пуском по напряжению.

Расчет тока срабатывания токовой отсечки линии, трансформатора, блока линия – трансформатор. Расчет начального тока срабатывания дифференциальной защиты трансформатора, генератора. Схема токовых цепей дифференциальной защиты трансформатора, генератора, типы применяемых дифференциальных реле. Чувствительность дифференциальной защиты. Расчет тока срабатывания защиты от замыкания на землю линии.

Расчет тока срабатывания реле защиты от коротких замыканий синхронного электродвигателя. Расчет тока срабатывания защиты от замыкания на землю синхронного электродвигателя.

Работа АВР при отключении одного трансформатора двухтрансформаторной подстанции релейной защитой. АПВ линий, требования, предъявляемые к АПВ линий.

Рекомендуемая литература

1. Лыкин А.В. Электрические системы и сети. Учебное пособие - Новосибирск: НГТУ, 2004.

2. Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии. – Ростов-на-Дону: изд. «Феникс», 2006.
3. Рекомендации по технологическому проектированию воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше / утверждены приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г. № 284. – М.: Издательство НЦ «Энас», 2004.
4. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» для студентов специальности 140205 и направления 140200 / Кононов Ю.Г., Кононова Н.Н., Маругин В.И. – Ставрополь, СевКавГТУ, 2006.
5. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» для студентов специальности 140205 и направления 140200 / Маругин В.И., Аванесова Е.А. – Ставрополь, СевКавГТУ, 2006.
6. Ванурин Н.И. Электрические машины. Учебное пособие. М.: Энергоиздат, 2004.
7. Александров Н.Н. Электрические машины и микромашины. Учебник для вузов - М.: Энергоатомиздат, 2005.
8. Кобозев В.А. Основы энергосбережения в асинхронном электроприводе. Учебное пособие. СтГАУ, Ставрополь – 2003.
9. Г.Ф. Быстрицкий Энергосиловое оборудование промышленных предприятий: Учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2003.
10. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. - РД 153-34.0-20.527-98. - М., 2001.
11. Гамазин С.И., Ставцев В.А., Цырук С.А. Переходные процессы в системах промышленно -го электроснабжения, обусловленные электродвигательной нагрузкой. -М.: Изд-во МЭИ, 2007.
12. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах: Учеб. пособие. -Новосибирск: НГТУ, М.: Мир: ООО «Издательство АСТ», 2005.
13. Крючков И.П. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МЭИ, 2004.
14. Евдокунин Г.А. Электрические системы и сети. -Учеб. пособие для студ. эл. техн. спец. Вузов. - СПб: Изд-во Сизова М.П., 2004.
15. Околович М.Н. Проектирование электрических станций: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 2000.
16. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов: Учеб. пособие для вузов: / Г.Ф. Быстрицкий, Б.И. Кудрин. – М.: Издательский центр «Академия», 2003.
17. Техническое обслуживание измерительных трансформаторов тока и напряжения / Сост. Ф.Д. Кузнецов; Под ред. Б.А. Алексеева. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
18. Старшинов В.А., Пойдо А.И., Пираторов М.В. Электрическая часть гидроэлектростанций: учебное пособие. – М.: Издательство МЭИ, 2003.
19. А.И. Гринь, Х.М. Мустафаев Электрическая часть станций и подстанций. Учебное пособие, Ставрополь, 2002. ISBN 5-9296-0017-1
20. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2004.
21. Г.Ф. Быстрицкий Основы энергетики: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2006.
22. Основы современной энергетики: в двух частях / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. - М.: Издательство МЭИ, 2002.
23. Баланов Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Схемы выдачи мощности электростанций: Методические аспекты формирования. – М.: Энергоатомиздат, 2002.
24. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / Под ред. Б. Н. Неклепаева. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
25. Электрооборудование электрических станций и подстанций. / Л. Д. Рожкова, Л. К. Корнеева, Т. В. Чиркова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2005.

Настоящая программа основана на требованиях Федерального государственного образовательного стандарта высшего по образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составители: профессор Дмитренко А.М., доцент Ермалова Н.М., Злобина Г.А. Осипенко Г.А.