Введение – заключение

Электричество не только прочно вошло в наш быт, но и во все области народного хозяйства. Многие технологические процессы производства немыслимы без применения электрической энергии.

Знание электромагнитных явлений, основ производства, распределения и применения электрической энергии, устройства электрических машин и аппаратов, методов измерения электрических величин, расчёта электрических цепей необходимо современному специалисту, в том числе и среднего звена.

Законы электротехники формируют основу, на которой разрабатывается все разнообразие электрических приборов, аппаратов, машин, преобразователей, информационно-технической продукции. Широкое использование на производстве информационных технологий, микроэлектроники, робототехники, а также средств и систем автоматизации технологических процессов меняет и характер труда, и место человека в производственном процессе. На производстве повышается доля интеллектуального труда, значимость целеустремлённой и творческой деятельности. От работников требуется умение постоянно обновлять собственные знания, рационально использовать энергетические ресурсы.

В этом им помогает фундаментальная учебная дисциплина *«Теоретические основы электротехники* (ТОЭ)». Предметом дисциплины является изучение качественной и количественной стороны электромагнитных процессов и явлений, протекающих в различных устройствах. Она является базой для последующего изучения специальных электротехнических дисциплин.

Важнейшим разделом ТОЭ является *теория электрических цепей*. Электрической цепью называется совокупность устройств, предназначенных для получения, передачи, распределения и преобразования электрической энергии и информации при наличии электрического тока. Цепь состоит из *источников и приёмников электрической энергии,* соединённых между собою проводниками.

Курсовой проект по ТОЭ ограничивается расчётом электрических цепей с сосредоточенными параметрами, работающих в установившихся режимах.

**Первой** задачей курсового проекта является расчёт разветвлённой цепи постоянного тока. Здесь применяются метод свёртывания цепи и формулы разброса тока между двумя параллельными ветвями.

Проверкой решения служит составление баланса мощностей – сумма мощностей потребителей должна быть равна мощности источника.

**Второй** задачей является расчёт сложной линейной цепи постоянного тока с двумя источниками электродвижущей силы (ЭДС). Сначала составляется система уравнений по 1 и 2 законам Кирхгофа (она не решается). Затем выполняется расчёт методом *контурных токов*.

Метод контурных токов позволяет уменьшить число уравнений, составляемых для расчёта токов в ветвях. За неизвестные приняты условные токи, которые как бы циркулируют в контурах схемы; их 3.

Контурные токи направлены по часовой стрелке. Для каждого контурного тока составлено уравнение по 2 закону Кирхгофа – алгебраическая сумма падений напряжений на элементах контура равна алгебраической сумме действующих в этом контуре ЭДС. Сумма падений напряжений особая, так как суммируются падение напряжения от протекания контурного тока по собственным сопротивлениям контура и добавки от протекания соседних токов по общим сопротивлениям. Эти добавки берутся со знаком « – », потому что в общих сопротивлениях контуров контурные токи текут во встречных направлениях.

Число уравнений равно числу независимых контуров в схеме, т. е. 3.

Система решена матричным методом с помощью определителей. Далее определяются токи в ветвях схемы, как комбинации контурных токов. Для проверки правильности решения составляется баланс мощностей – сумма мощностей потребителей равна сумме мощностей источников, вырабатывающих электроэнергию, он должен выполняться.

Далее выполняется расчёт цепи методом узловых напряжений. Треугольник сопротивлений преобразуется в эквивалентную звезду. Получается схема с двумя узлами. Определяются проводимости полученных ветвей. Рассчитывается напряжение между узлами. Рассчитываются токи. Определяются потенциалы узлов. Рассчитываются остальные токи.

Решение задачи иллюстрируется построением потенциальной диаграммы. Потенциальная диаграмма представляет собой график изменения потенциала про обходе цепи по контуру, содержащему оба источника ЭДС. По горизонтали отложены в масштабе сопротивления, которые встречаются на пути обхода; по вертикали – потенциалы. Диаграмма начинается с точки, потенциал которой принят за ноль 0. При обходе по замкнутому контуру потенциал возвращается к исходному значению – нулю. Повышение потенциала означает, что мы идём против тока, понижение – по току. Скачки потенциала говорят о встречающихся на пути источниках ЭДС.

**Дополнительно** выполняется расчёт тока второго источника *Е* методом эквивалентного генератора. В исследуемой цепи выделяется ветвь, содержащая этот источник и резистор. Остальная часть цепи представлена в виде источника ЭДС с напряжением *U***XX** с внутренним сопротивлением *r*. *U***XX** это напряжение холостого хода между зажимами оставшейся части цепи при отключённой ветви, оно рассчитывается с применением методов расчёта простых цепей.

Для определения внутреннего сопротивления эквивалентного генератора предварительно вычисляется ток *I***КЗ** короткого замыкания оставшейся части цепи (применены методы расчёта простых цепей). Далее рассчитывается внутреннее сопротивление, оно равно *r* = *U***XX** / *I***КЗ**.

Так как выделенная ветвь содержит источник ЭДС, искомый ток определён по формуле *I* = (*U***XX** ± *E*)/(*R* + *r*). Его сила должна совпадать со значением, рассчитанным методом контурных токов.

**Третья** задача представляет собой расчёт линейной цепи синусоидального тока с одним источником ЭДС. Здесь применяется метод расчёта, основанный на изображении гармонических функций комплексными числами, который называют *методом комплексных величин* или *символическим методом.* В нём сопротивления элементов схемы также записываются в виде комплексных чисел. При расчётах используются как алгебраическая, так и показательная формы записи комплексных чисел.Путём вычисления эквивалентных сопротивлений при последовательном и параллельном соединении элементов и ветвей определяется результирующее сопротивление цепи.

Ток в неразветвлённой части цепи определяется по закону Ома, токи в ветвях – по формулам разброса. Расчёт проверяется путём составления баланса мощностей, как активных, так и реактивных. При этом комплекс входной полной мощности рассчитывается как произведение комплекса действующего значения напряжения на комплексно-сопряжённый вектор тока. Мощности потребителей определяются как произведение их сопротивления на квадрат силы тока. Баланс должен выполняться.

Для иллюстрации результатов расчёта строится векторная диаграмма токов и совмещённая с ней топографическая векторная диаграмма напряжений. В масштабе токов на комплексной плоскости откладываются векторы токов, а в масштабе напряжений – напряжения и проверяются первый и второй законы Кирхгофа. Здесь же должны быть видны фазовые соотношения между токами и напряжениями.

**Четвёртая** задача это расчёт *трёхфазной* линейной цепи синусоидального тока. Электрическую энергию вырабатывают, передают на расстояние и потребляют в основном как энергию трёхфазного тока. Это объясняется высокой экономичностью генераторов, линий электропередачи, электродвигателей и других устройств трёхфазного тока по сравнению с аналогичными устройствами однофазного тока.

Трёхфазной цепью называют совокупность трёх однофазных цепей, в каждой из которых действуют три синусоидальные ЭДС, создаваемые общим источником, имеющие одну и ту же частоту, сдвинутые по фазе относительно друг друга на 120**⁰** (электрических).

Отдельные части трёхфазной цепи называют *фазами,* например отдельные обмотки генератора – фазы генератора. В приёмнике различают три фазы приемника, в линии электропередачи – три фазы линии электропередачи. Иногда фазой называют однофазную цепь, входящую в состав трёхфазной цепи. По различным фазам протекают токи, которые сдвинуты относительно друг друга по фазе.

Таким образом, в электротехнике термин «фаза» имеет два различных значения: 1) аргумент (угол) синусоидально изменяющейся величины; 2) техническое устройство – составная часть трёхфазной цепи.

Различают два способа подключения трёхфазных приёмников к питающей сети – звездой **Y** и треугольником **Δ**. При подключении звездой фазные токи приёмника совпадают с токами питающих проводов, а напряжения между линейными проводами больше напряжения фаз в √3 раз. Если нагрузка несимметричная появляется ток в нулевом проводе, равный векторной сумме фазных токов.

При соединении фаз приёмников треугольником каждая из них оказывается подключённой к соответствующему линейному напряжению, а токи в проводах питающей линии равны векторным разностям фазных токов подключённых к ним фаз приёмника.

Выполняется расчёт схемы подключения звезда **Y.** Определяется сопротивление каждой фазы в комплексном виде. Записываются фазные напряжения. Рассчитываются ток каждой фазы по закону Ома и ток в нулевом проводе, как сумму фазных, используя первый закон Кирхгофа. Выполняется проверка баланса мощностей, которая должна показать, что расчёт верен. Для иллюстрации результатов расчёта строются векторная диаграмма токов и совмещённая с ней топографическая векторная диаграмма напряжений. В масштабе токов на комплексной плоскости откладываются векторы токов, а в масштабе напряжений – напряжения. Здесь должны быть видны фазовые соотношения между токами и напряжениями.

**Дополнительно** выполняется расчёт цепи при соединении **Δ**. Записываются комплексы линейных напряжений. Находятся фазные токи по закону Ома. Рассчитываются линейные токи как разности фазных по 1 закону Кирхгофа. Рассчитывается полная мощность цепи, она должна быть в три раза больше, чем при подключении звездой.