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 линейной цепи постоянного тока с двумя источниками электродвижущей силы (ЭДС). Он выполнен 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, которых 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 определены токи в ветвях схемы, как комбинации контурных токков. Для проверки правильности решения составлен баланс мощностей – сумма мощностей потребителей равна сумме мощностей источников, вырабатывающих электроэнергию, он выполняется.

Решение задачи проиллюстрировано 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 по пути источниках ЭДС.

**Дополнительно** выполнен расчёт тока второго источника *Е*2 методом эквивалентного генератора. В исследуемой цепи выделена ветвь, содержащая этот источник вместе с внутренним сопротивлением, и резистор. Остальная часть цепи представлена в виде источника ЭДС с напряжением *U***XX** с внутренним сопротивлением *r***BH**. *U***XX** это напряжение холостого хода между зажимами оставшейся части цепи при отключённой ветви, оно рассчитано с применением методов расчёта простых цепей.

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

Так как выделенная ветвь содержит источник ЭДС, искомый ток определён по формуле *I*2 = (*U***XX** ± *E*2)/(*R*2 + r**02**+ *r***BH**). Его сила совпадает со значением, рассчитанным методом контурных токов.

**Вторая** задача является графическим расчётом нелинейной цепи постоянного тока. Нелинейные электрические цепи являются одной из разновидностей электрических цепей. Под нелинейными электрическими цепями понимают электрические цепи, содержащие хотя бы один нелинейный элемент. Нелинейный элемент – это элемент, вольт-амперная характеристика которого отличается от прямой линии. У меня в схеме один (два) такой элемент. Зависимость тока, проходящего через нелинейный элемент, от напряжения на этом элементе задана *вольт-амперной характеристикой* (ВАХ). Путём сложения координат (токов при параллельном соединении, напряжений при последовательном) построена результирующая ВАХ цепи. По ней и остальным характеристикам определены токи элементов и напряжения на них при подаче на цепь заданного напряжения.

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

Ток в неразветвлённой части цепи определён по закону Ома, токи в ветвях – по формулам разброса. Расчёт проверен путём составления баланса мощностей, как активных, так и реактивных. При этом комплекс входной полной мощности рассчитан как произведение комплекса действующего значения напряжения на комплексно-сопряжённый вектор тока. Баланс выполняется.

Для иллюстрации результатов расчёта построена векторная диаграмма токов и совмещённая с ней топографическая векторная диаграмма напряжений. В масштабе токов на комплексной плоскости отложены векторы токов, а в масштабе напряжений – напряжения и проверены первый и второй законы Кирхгофа. Здесь же 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° (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.

У меня по варианту схема подключения звезда **Y** (треугольник **Δ**). Я определил сопротивление каждой фазы в комплексном виде, ток каждой фазы по закону Ома и ток в нулевом проводе (токи в проводах питающей линии) используя первый закон Кирхгофа. Проверка баланса мощностей показала, что расчёт верен. Для иллюстрации результатов расчёта построена векторная диаграмма токов и совмещённая с ней топографическая векторная диаграмма напряжений. В масштабе токов на комплексной плоскости отложены векторы токов, а в масштабе напряжений – напряжения. Здесь видны фазовые соотношения между токами и напряжениями.

**Дополнительно** выполнен расчёт цепи при соединении **Δ** (звездой **Y**).