

УДК 621.3

Дифференциальный метод расчета выпрямительных схем.

Суглоб Г. В., Некрашевич Е. Л., Кишко Т. А., Яковлевич А. А.
 Научный руководитель Мазуренко А.А., к.т.н., доцент.

Выпрямительные схемы различной конфигурации (выпрямители) широко применяются для преобразования переменного тока в постоянный. При работе на нагрузку, потребляющую небольшие токи от выпрямителя, часто используют фильтры, включающие конденсатор; в наиболее простом виде – это С-фильтры. Такие фильтры представляют емкостную нагрузку, которая заметно изменяет характер процессов в вентильном комплекте. Расчет выпрямителя с С-фильтром производят классическим методом или методом Терентьева. Эти методы расчета рекомендуются научными и учебными источниками, изучается в качестве отдельной главы в учебниках теоретических основ электротехники. Сущность классического метода состоит в следующем.

Для нахождения сглаженного напряжения необходимо найти напряжение на конденсаторе, для чего используется расчет переходных процессов классическим методом. Расчет сводится к решению системы дифференциальных уравнений Кирхгофа, что занимает много времени. Затем находят принужденные составляющие сглаженного напряжения, что в дальнейшем приводит к решению трансцендентных уравнений.

Для нахождения сглаженного напряжения необходимо предварительно найти значение фазы путём совместного решения трансцендентных уравнений.

Как следует из приведенного анализа, классический метод обладает следующими существенными недостатками.

1) Метод громоздок, требует больших объемов сложных математических вычислений.

2) Метод неточен, погрешность метода вызвана двумя причинами: решением трансцендентных уравнений и нахождением среднего значения выпрямленного сглаженного напряжения по сумме площадей из графиков.

3) Возможности метода ограничены только определенной схемой.

Авторами настоящей работы предлагается принципиально новый подход к решению задач по расчету выпрямителей.

Как известно, физическое состояние любой электрической цепи, математически можно описать системой дифференциальных уравнений, составленных для мгновенных значений физических величин (токов, напряжений, потокосцеплений, зарядов) по физическим законам (законы Кирхгофа, электромагнитной индукции, сохранения заряда). Современные ЭВМ и новейшие компьютерные технологии сегодня позволяют выполнять решение систем дифференциальных уравнений численными методами, при этом достигается высокая точность решения.

Сущность предлагаемого дифференциального метода расчета выпрямительных схем заключается в следующем.

Расчет полностью выполняется на ЭВМ в *MATCADe* по встроенным программам.

Последовательность расчета режима выпрямительной схемы дифференциальным методом выглядит так:

1. Выполняется аппроксимация вольтамперных характеристик нелинейных элементов (диодов). При этом может быть применена как кусочно-линейная аппроксимация, так и сплайновая.

2. Определяются независимые начальные условия $i_L(0)$ и $u_C(0)$.

3. Для схемы цепи составляется система дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа.

4. Методом исключения "лишних" переменных система уравнений Кирхгофа преобразуется к форме Коши, составляются матрицы коэффициентов.

5. Выбирается расчетное время T (продолжительность переходного процесса плюс несколько периодов установившегося режима) и число шагов интегрирования N .

6. Решение задачи выполняется на ЭВМ по стандартной программе (*rkfixed*). Выходные функции получают в виде таблицы координат значений функций для заданных моментов времени (массивы значений функций).

На заключительном этапе выполняется математическая обработка массивов значений функций. Отдельно исследуются переходной и установившийся режимы, строятся графические диаграммы функций. Для установившегося режима определяются действующие, максимальные и средние значения. При необходимости определяются гармонические спектры функций. Все эти операции выполняются по классическим формулам математики.

Для сравнения авторами параллельно приводится расчет двухполупериодной схемы выпрямителя двумя методами. Сравнение двух методов наглядно показывает преимущество последнего. К достоинствам дифференциального метода следует отнести следующие:

1) Сравнительно невысокая трудоемкость метода, так как все расчеты выполняются ЭВМ по встроенным программам *MATHCAD*.

2) Универсальность метода. Метод пригоден для расчета любых схем выпрямления с разными данными.

3) Высокая точность вычислений, которая обеспечивается методом Рунге-Кутты 4-го порядка.

4) Метод позволяют проводить анализ работы схемы, как в переходном, так и в установившемся режимах при изменении параметров отдельных элементов.

В заключение следует отметить, что применение предлагаемого дифференциального метода расчета выпрямителей стало возможным благодаря современным достижениям в области компьютерных технологий.

Литература

1. Кирьянов Д.В.. Mathcad-12, "БХВ-Петербург", 2004
2. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В. Л. Теоретические основы электротехники. Т.1. – СПб.: Питер, 2003
3. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В. Л. Теоретические основы электротехники. Т.2. – СПб.: Питер, 2003
4. Мазуренко А. А. Теоретические основы электротехники.- Минск,2006