Переходные процессы

Переходный процесс — в теории систем представляет реакцию динамической системы на приложенное к ней внешнее воздействие с момента приложения этого воздействия до некоторого установившегося значения во временной области. Изучение переходных процессов — важный шаг в процессе анализа динамических свойств и качества рассматриваемой системы.

Переходные процессы в электрических цепях

Перехо́дные процессы в электрических цепях возникают при различных воздействиях, приводящих к изменению их режима работы, то есть при действии различного рода коммутационной аппаратуры, например, ключей, переключателей для включения или отключения источника или приёмника энергии, при обрывах в цепи, при коротких замыканиях отдельных участков цепи и т. д.

Переходный процесс в цепи описывается дифф. уравнением

- неоднородным (однородным), если схема замещения цепи содержит (не содержит) источники ЭДС и тока,
- линейным (нелинейным) для линейной (нелинейной) цепи.

Законы коммутации

Первый закон коммутации

Ток через индуктивный элемент **L** непосредственно до коммутации $\boldsymbol{iL(0-)}$ равен току через этот же индуктивный элемент непосредственно после коммутации $\boldsymbol{iL(0+)}$:

$$iL(0-) = iL(0+)$$

Второй закон коммутации

Напряжение на конденсаторе **C** непосредственно до коммутации $\boldsymbol{uC(0-)}$ равно напряжению на конденсаторе непосредственно после коммутации $\boldsymbol{uC(0+)}$, так как невозможен скачок напряжения на конденсаторе:

$$uC(0-) = uC(0+)$$

Примечание

$\boldsymbol{t = 0-}$ — время непосредственно до коммутации

$\boldsymbol{t = 0+}$ — время непосредственно после коммутации

Классический метод расчета переходных процессов

Название метода «классический» отражает использование в нем решений дифференциальных уравнений с постоянными параметрами методами классической математики. Данный метод обладает физической наглядностью и удобен для расчета простых цепей

Этапы расчета переходного процесса в цепи классическим методом:

1) Составить систему уравнений на основе законов Кирхгофа, Ома, электромагнитной индукции и т.д., описывающих состояние цепи после коммутации, и исключением переменных получить одно дифференциальное уравнение, в общем случае неоднородное относительно искомого тока i или напряжения u. Для простых цепей получается дифференциальное уравнение первого или второго порядка, в котором в качестве искомой величины выбирают либо ток в индуктивном элементе, либо напряжение на емкостном элементе

2) Составить общее решение полученного неоднородного дифференциального уравнения цепи в виде суммы частного решения неоднородного дифференциального уравнения и общего решения соответствующего однородного дифференциального уравнения.

3) В общем решении найти постоянные интегрирования из начальных условий, т. е. условий в цепи в начальный момент времени после коммутации.

Операторный метод расчета переходных процессов

Расчет переходных процессов в сложных цепях классическим методом очень часто затруднен нахождением постоянных интегрирования. В связи с этим был разработан *операторный* метод расчета, основанный на понятии изображения функций времени. В операторном методе каждой функции времени соответствует функция новой, комплексной переменной **p=c +jw** и наоборот функции от **p** отвечает определенная функция времени **t**. Переход от одной функции к другой осуществляется с помощью преобразования Лапласа.

Идея метода заключается в том, что из области действительного переменного **t** решение переносится в область комплексного переменного **p=c +jw** где операции дифференцирования и интегрирования более просты .

Этапы расчета переходного процесса в цепи операторным методом

1) От искомой функции **f(t)**, называемой *оригиналом*, переходят с помощью преобразования Лапласа к функции комплексного переменного **p**. Новую функцию обозначают через **F(p)** и называют *изображением функции* **f(t)** .

2) Систему уравнений Кирхгофа для оригиналов, согласно правилам преобразования функций, их производных и интегралов преобразуют в операторные алгебраические уравнения для изображений.

3) Полученные операторные уравнения решают относительно **F(p)** .

4) От найденного изображения **F(p)** переходят к оригиналу **f(t)** , который и является искомой функцией.