

Исследование переходных процессов в $R-L-C$ цепях

Под переходным (динамическим, нестационарным) процессом или режимом в электрических цепях понимается процесс перехода цепи из одного установившегося состояния (режима) в другое. При установившихся, или стационарных, режимах в цепях постоянного тока напряжения и токи неизменны во времени, а в цепях переменного тока они представляют собой периодические функции времени. Установившиеся режимы при заданных и неизменных параметрах цепи полностью определяются только источником энергии. Следовательно, источники постоянного напряжения (или тока) создают в цепи постоянный ток, а источники переменного напряжения (или тока) – переменный ток той же частоты, что и частота источника энергии.

Переходные процессы возникают при любых изменениях режима электрической цепи: при подключении и отключении цепи, при изменении нагрузки, при возникновении аварийных режимов (короткое замыкание, обрыв провода и т.д.). Физически переходные процессы представляют собой процессы перехода от энергетического состояния, соответствующего до коммутационному режиму, к энергетическому состоянию, соответствующему после коммутационному режиму [1].

В данной работе провели анализ электрической цепи при переходе от одного стационарного состояния к другому. Известно, что если цепь содержит только элементы активного сопротивления, то такой переход происходит мгновенно, так как эти элементы не запасают энергии. При наличии в цепи реактивных элементов L и C для перехода от одного состояния к другому требуется некоторое конечное время. Это объясняется тем, что реактивные элементы могут запасать энергию, а затем отдавать ее.

Экспериментальным путем исследовали свободные колебания и разряд конденсатора через другие элементы (рис.1). Они существуют в электрической цепи после прекращения внешнего воздействия за счет энергии, запасенной в реактивных элементах. Таким образом, условиями возникновения переходных колебаний в электрической цепи являются: наличие в цепи реактивных элементов; наличие коммутации [2].

На рис. 2 приведены экспериментальные осциллограммы при разряде конденсатора.

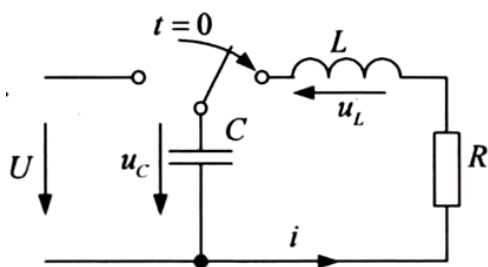


Рис.1.

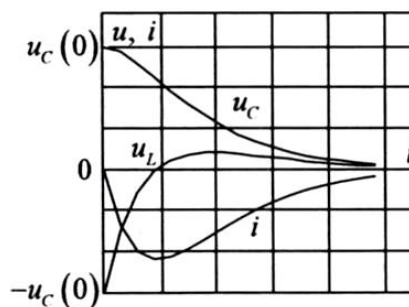


Рис.2.

Переходные процессы играют важную роль в технике связи. Они используются для получения напряжения или тока специальной формы (остроконечные импульсы, пилообразное напряжение и т. п.).

С другой стороны, за счет переходных процессов могут возникать искажения формы сигналов, что является нежелательным. Анализ переходных процессов позволяет оценить эти искажения, а также другие характеристики, составляющие основу методов синтеза устройств, предназначенных для оптимальной обработки сигналов. В технике связи переходные процессы учитывают при расчете усилителей дискретных сигналов, фазосдвигающих цепочек, линий задержки и других устройств.

При количественном анализе переходных колебаний в условия каждой конкретной задачи должны входить значения напряжений на емкостях и токов в индуктивностях цепи в момент коммутации, т. е. в начальный момент. Эти значения образуют начальные условия задачи. Ими, в силу законов коммутации, задаются те напряжения и токи в цепи, которые сохраняют свои значения в момент времени непосредственно после коммутации. Если в момент коммутации напряжение на всех емкостях цепи и

Секция 13. Моделирование радиоэлектронных устройств и систем

токи во всех индуктивностях цепи равны нулю, то соответствующие начальные условия называются нулевыми. Если же это не выполняется хотя бы в одном реактивном элементе цепи, то задача решается при ненулевых начальных условиях. На практике при решении задач важное значение имеет умение находить начальные и конечные значения реакций.

Литература

1. Попов В.П. Основы теории цепей: Учебник для вузов спец. «Радиотехника». – М.: Высшая школа, 1985.
2. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981.