

УДК 621.3

Влияние расположения емкости в электрической цепи при исследовании переходных процессов в простейших цепях с постоянным источником питания

Русецкий К.И., Волон Р.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент НОАШ И.В.

В [1] проводилось исследование переходных процессов в электрической цепи с переменным источником питания. В настоящей работе рассмотрим протекание переходных процессов при ненормальных режимах в электрической цепи с постоянным источником питания (рисунок 1). При выполнении исследований будем изменять месторасположение конденсатора в схеме. Также рассмотрим влияние расположения ключей в исследуемой схеме и их первоначального состояния.

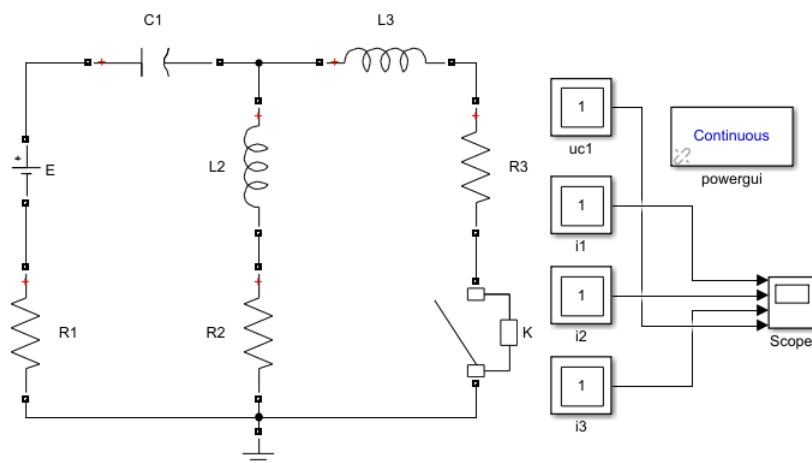


Рисунок 1 – Расчетная схема с постоянным источником питания

Как видно из схемы, конденсатор расположен в ветви источника питания, а из курса теоретических основ электротехники известно, что конденсатор при протекании постоянного тока имеет сопротивление, стремящееся к бесконечности, а катушка имеет сопротивление, стремящееся к нулю. Проверим это при исследовании данной схемы.

На схеме (рисунок 1) ключ замыкается при $t = 0$, т. е. в момент включения источника питания. Осциллограммы токов на реактивных элементах и напряжения на конденсаторе для рассматриваемого сценария представлены на рисунке 2. Как было изложено выше, ток в цепи после завершения переходного процесса устанавливается на минимальном значении.

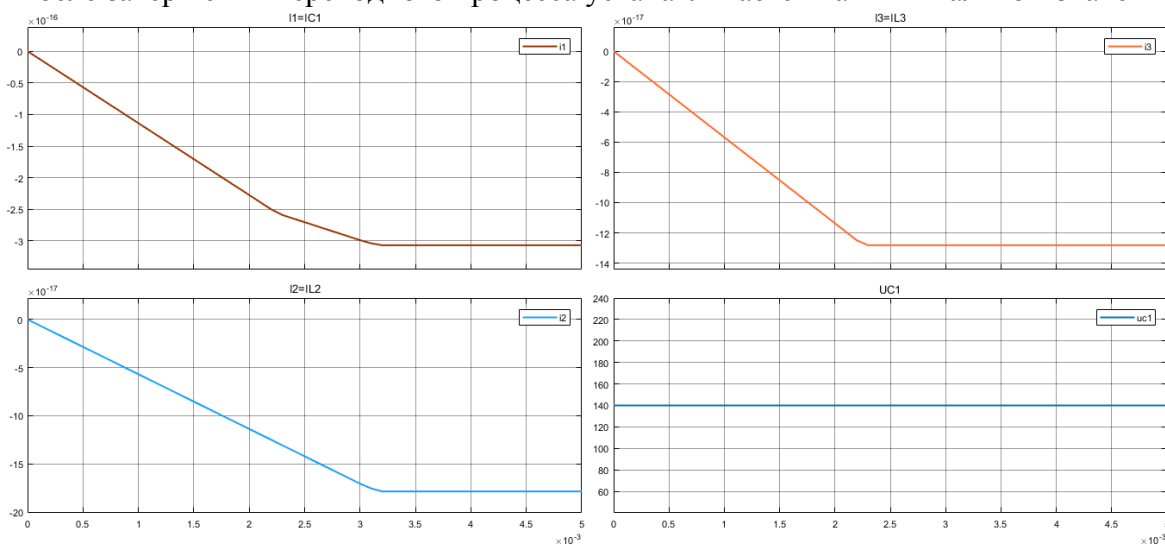


Рисунок 2 – Осциллограммы токов на реактивных элементах и напряжения на конденсаторе при протекании переходного процесса

Внесем изменения в исходную схему. Поменяем местами конденсатор C_1 и катушку L_2 (рисунок 3). Произведем расчет и получим токи в ветвях реактивных элементов и напряжение в ветви конденсатора, который представлены на рисунке 4.

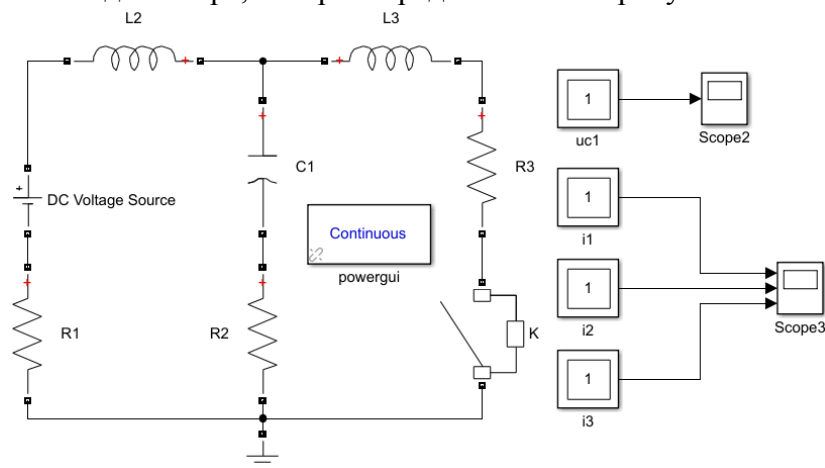


Рисунок 3 – Расчетная схема с измененным расположением элементов

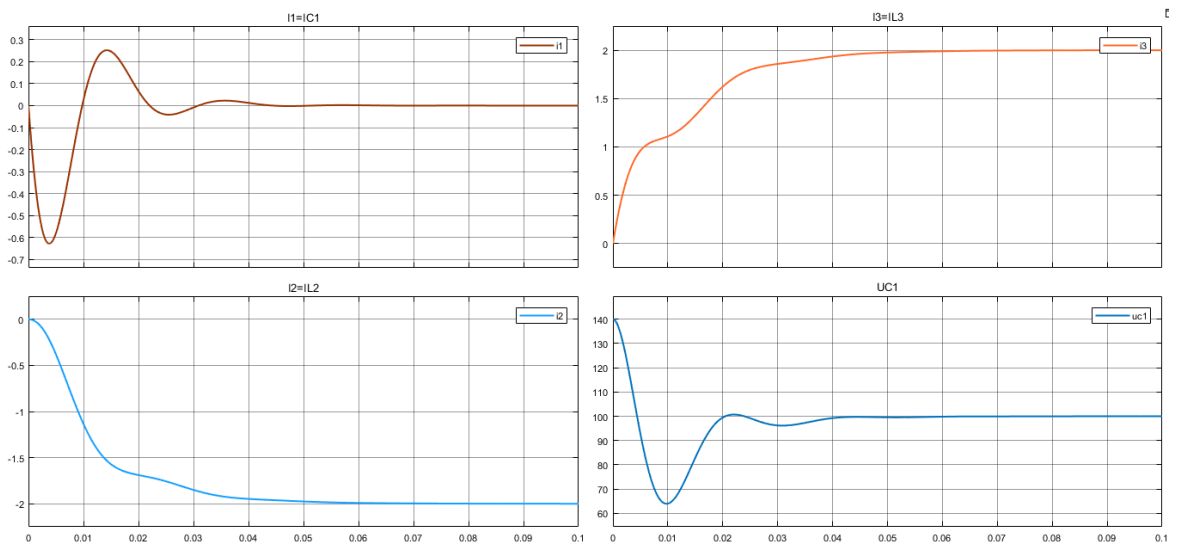


Рисунок 4 – Осциллограммы токов в ветвях реактивных элементов и напряжения на конденсаторе

Анализ осциллограмм показывает, что переходный процесс в цепи с конденсатором имеет колебательный характер. Это связано с тем, что перед замыканием ключа конденсатор заряжен (с одним видом полярности), а после замыкания ключа он разряжаться и перезаряжаться, тем самым ток изменяет направление и в цепи наблюдаются небольшие колебания.

Преобразуем вариант схемы (рисунок 3) так, чтобы ветвь конденсатор после завершения переходного процесса шунтировалась (рисунок 5).

Для осуществления переходного процесса ключ K замыкаем в момент включения схемы. По осциллограммам, представленным на рисунке 4, определяем примерное время окончания переходного процесса, которое равно 0,7 с. В это же время замыкаем ключ $K1$ шунтируя ветвь с конденсатором. Полученные осциллограммы токов на реактивных элементах и напряжения на конденсаторе представлены на рисунке 6.

Как видно из осциллограммы ветви тока i_1 конденсатора C_1 при ее шунтировании происходит резкое возрастание тока, далее происходит сам переходный процесс при шунтировании ветви, который затухает по экспоненте. После завершения переходного процесса ток и напряжение на конденсаторе установились в нулевом значении.

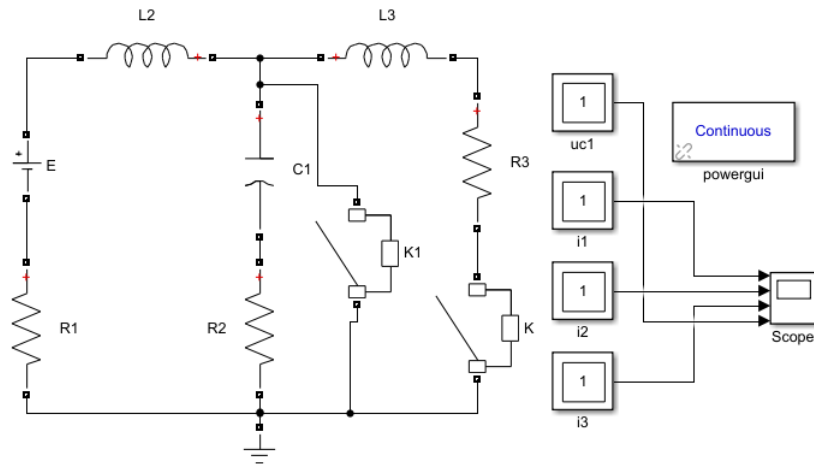


Рисунок 5 – Схема с шунтированием ветви конденсатора

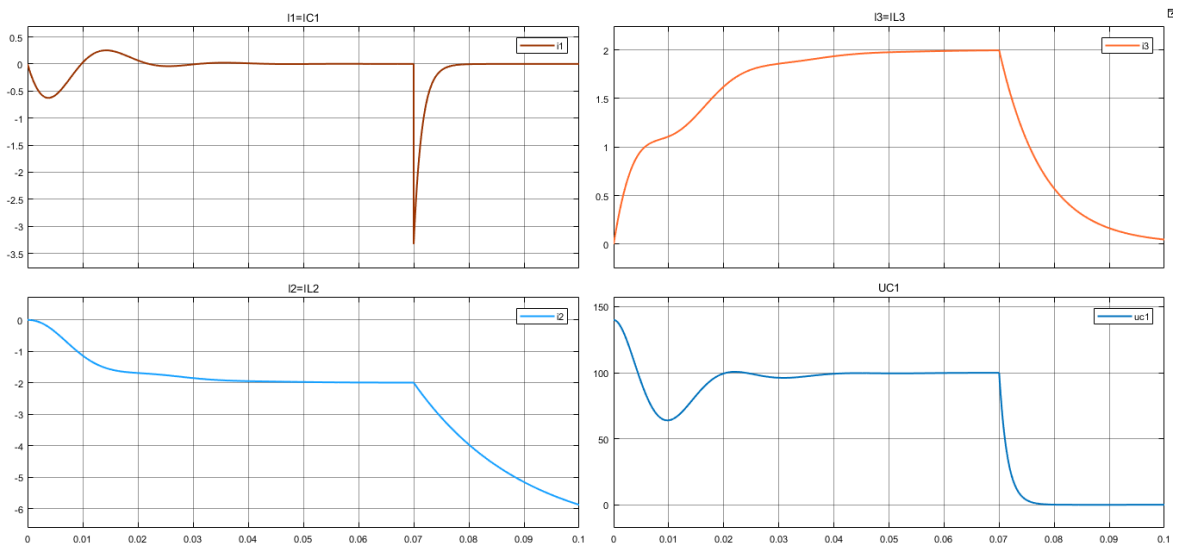


Рисунок 6 – Осциллограммы токов в ветвях реактивных элементов и напряжения на конденсаторе

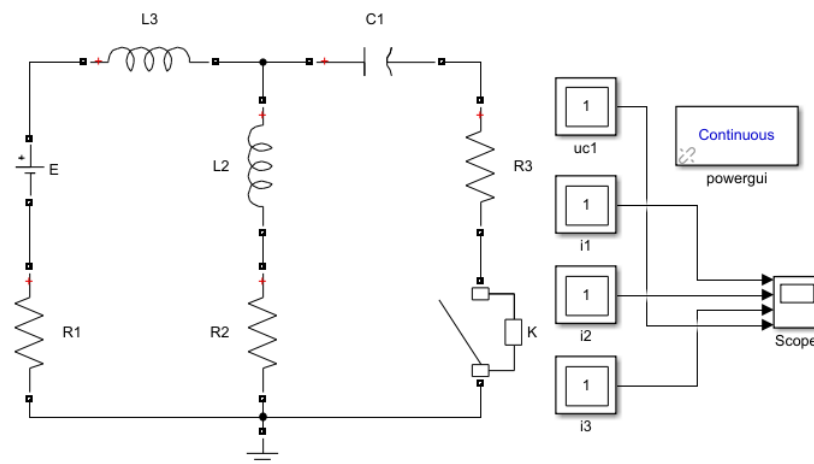


Рисунок 7 – Измененная расчетная схема

Далее внесем следующие изменения в схеме (рисунок 1) – поменяем местами конденсатор C_1 и катушку L_3 (рисунок 7). Процесс протекания переходного процесса приведен на рисунке 8.

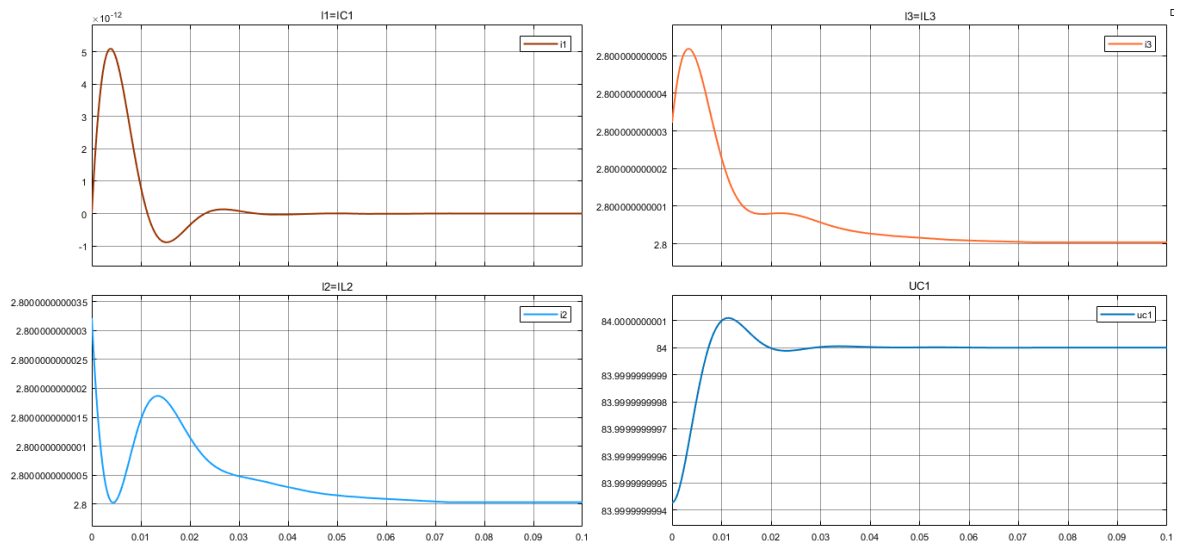


Рисунок 8 – Осциллограммы токов в ветвях катушек и конденсатора, а так же напряжения на конденсаторе

Как видно из осциллограмм, небольшие изменения токов в ветвях и напряжения на конденсаторе, которыми можно пренебречь, т. к. при замыкании ключа через конденсатор начинает «протекать» постоянный ток, пока конденсатор не зарядится, после разрядки конденсатора ток равен нулю.

Литература

1. Русецкий, К. И. Сопоставление результатов расчета переходного процесса, выполненных численными методами на языке высокого уровня, в системе компьютерной алгебры MathCAD и в системе динамического моделирования MatLab Simulink / К. И. Русецкий ; науч. рук. И. В. Новаш // Актуальные проблемы энергетики 2018 [Электронный ресурс] : материалы студенческой научно-технической конференции / сост. : И. Н. Прокопеня, Т. А. Петровская. – Минск : БНТУ, 2018. – С. 427–432.