7. С.Г. Герман-Галкин. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 : учебное пособие. – СПб.: КОРОНА-ПРИНТ, 2007. – 320 с.
8. Копылов И.П. Применение вычислительных машин в инженерно-экономических расчетах (Электрические машины) : учебник. – М.: Высшая школа, 1980. – 256 с.

В.Н. ФЁДОРОВ

О ПРИМЕНЕНИИ ОДНОМОМЕНТНОЙ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Рассматривается схема замещения электрической цепи в момент начала переходного процесса. Даётся методика определения параметров элементов цепи в указанный момент времени.

При исследовании переходных процессов в линейных электрических цепях второго порядка необходимо найти две постоянные интегрирования. Пусть это будут A и B при действительных равных (или не равных) корнях, и C и ψ при сопряжённых корнях.

Учебная литература /1,2/ рекомендует выбирать в качестве исследуемой переменной ток индуктивности или напряжение на ёмкости. Первым уравнением системы уравнений для поиска постоянных интегрирования рекомендуется уравнение, составленное по закону коммутации применительно к исследуемому элементу $i_L(0-) = i_L(0+)$ или $u_C(0-) = u_C(0+)$. В качестве второго уравнения рекомендуется записывать производную от исследуемой величины $i'_L(0+)$ или $u'_C(0+)$.

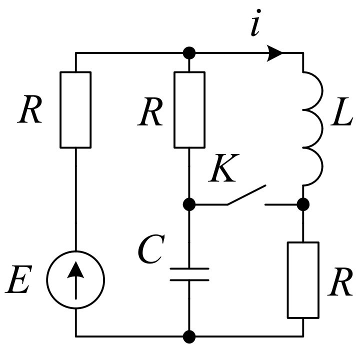
Проблем с составлением первого уравнения у студентов обычно не возникает. Действительно, если преходящая составляющая тока описывается уравнением $i_L = A\exp(p_1 t) + B\exp(p_2 t)$, то первое уравнение записывается как $i_L(0+) = A + B = i_L(0-)$. Здесь p_1 и p_2 - корни характеристического уравнения, $i_L(0-)$ - значение тока индуктивности до момента коммутации. Другое дело – поиск величины $i'_L(0+)$ в уравнении $i'_L(0+) = Ap_1 + Bp_2$.

В настоящей работе предлагается находить не лишённую физического смысла производную от исследуемой величины, а второй параметр исследуемого элемента в момент времени $t = 0+$. Если исследуется ток индуктивности, то вторым уравнением системы поиска постоянных интегрирования должно быть уравнение напряжения на индуктивности $u_L(0+) = L\dfrac{di_L}{dt}(0+) = Lp_1 A + Lp_2 B$. Если исследуется напряжение на ёмкости, то вторым уравнением системы поиска постоянных интегрирования должно быть уравнение тока ёмкости $i_C(0+) = C\dfrac{du_C}{dt}(0+) = Cp_1 A + Cp_2 B$.

Данное предложение не только имеет простое физическое толкование, но и легко рассчитывается по одномоментной схеме замещения. Термин «одномоментная», полагается вполне уместным. Данная схема замещения справедлива только для момента коммутации $t = 0- = 0 = 0+$.

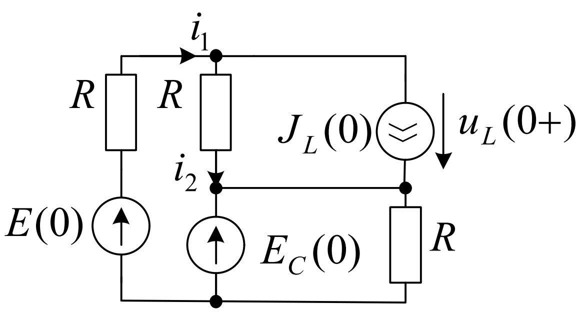
Одномоментная схема замещения цепи получается из схемы замещения цепи после коммутации путём замены индуктивности идеальным источником тока $J_L(0)$, а ёмкости – идеальным источником эдс $E_C(0)$. При этом величина тока источника тока равна току индуктивности, который не меняется в момент коммутации $J_L(0) = i_L(0-)$. Величина идеальной эдс равна напряжению на конденсаторе, которое также не меняется в момент коммутации $E_C(0) = u_C(0-)$. Величины прочих (внешних) источников тока и (или) эдс берутся применительно к моменту времени $t = 0$.

Полученная схема замещения цепи не содержит реактивных элементов, а содержит только источники энергии и активные сопротивления. Расчёт такой цепи проводится по методикам расчёта цепей постоянного тока.



В качестве примера рассмотрим мостовую схему цепи, в которой необходимо найти преходящий ток индуктивности после замыкания ключа *K*.

Считаем уже известными значение напряжения синусоидального источника тока в нулевой момент времени $E(0) = E_m \sin\psi$, напряжение на конденсаторе $u_C(0-)$, ток индуктивности $i_L(0-)$. Также полагаем известным общий вид выражения преходящей составляющей тока индуктивности. Нам необходимо определить падение напряжения на индуктивности в момент времени $t = 0+$.



Составляем одномоментную схему замещения и показываем на ней необходимые параметры.

В соответствии с первым законом Кирхгофа для верхнего узла $i_1 = i_2 + J_L(0)$. В соответствии со вторым законом Кирхгофа для левого контура

$$E(0) - E_C(0) = Ri_1 + Ri_2.$$

Решая систему из полученных уравнений, находим ток $i_2 = \dfrac{E(0) - E_C(0)}{2R} - \dfrac{J_L(0)}{2}$.

Искомое падение напряжения на индуктивности $u_L(0+) = Ri_2 = \dfrac{E(0) - E_C(0)}{2} - \dfrac{J_L(0) * R}{2}$.

Дальнейший расчёт переходного процесса в цепях второго порядка проблем не вызывает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник. – М.: Гардарики, 2001.
2. К.С. Демирчян и др. Теоретические основы электротехники: учебник. – В 3 т. – СПб, 2003.