

Е.И.ГРИШКОВЦОВ, Д.А.ШЕВЧЕНКО, Н.А.ТИМЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент

Моделирование преобразователя постоянного напряжения в переменное с RLC - нагрузкой

Системы электропитания с выходным напряжением повышенной частоты, порядка единиц и сотен кГц, и мощностью в единицы и десятки кВт нашли широкое применение в электроиндукционных установках. При анализе технических характеристик этих систем электропитания используют виртуальные модели, сформированные на основе математических методов, и реализованные на персональном компьютере.

Одним из эффективных вариантов разработки математической модели преобразователя напряжения повышенной частоты является применение пакета программ Matlab-Simulink-SimPowerSystem [1-2].

Целью работы является формирование системы уравнений, которые представляют параметры преобразователя, трансформатора и колебательного контура, с учетом резонанса на заданной частоте в последовательной RLC-цепи. Система уравнений должна отражать процессы в частотной области.

На рис.1 представлена Matlab - модель анализируемой системы питания.

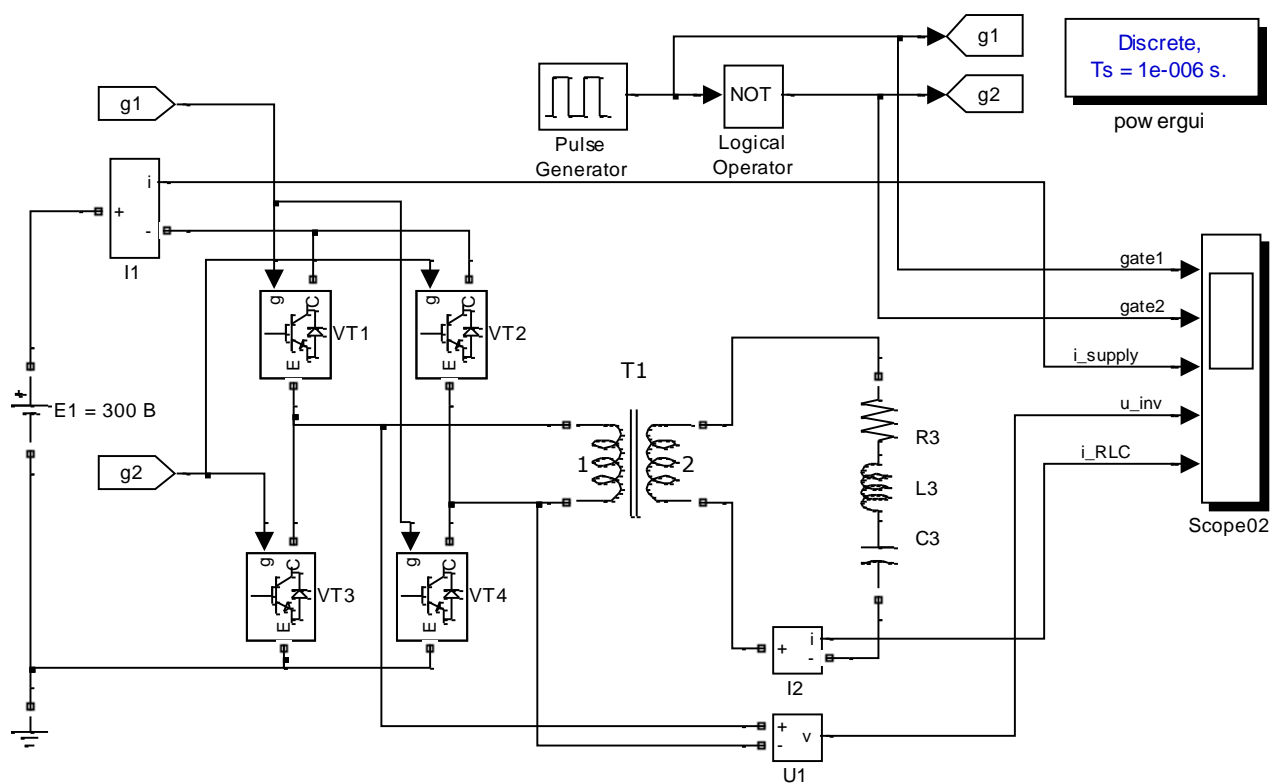


Рис. 1 – Схема преобразователя постоянного напряжения в переменное в пакете Matlab – Simulink - SimPowerSystem

При формировании системы уравнений для реактивных элементов схемы используем допущения, приведенные в работах [1–3].

Пренебрегаем, ввиду незначительности, намагничивающим током трансформатора, для выходного напряжения преобразователя учтем только действующее значение $U1$ первой гармоники, для обмоток трансформатора с числом витков n_1 и n_2 учитываем коэффициент $M = (L1 \times L2)^{1/2}$ взаимной индукции.

Составляем комплексные уравнения для контура первичной обмотки трансформатора, подключенной к выходу преобразователя, и контура вторичной обмотки трансформатора, нагруженной на звено $R3-L3-C3$.

Обозначим: полное сопротивление первого контура $Z1 = R1 + j\omega L1$, полное сопротивление второго контура: $Z2 = R2 + j\omega L2 + R3 + j(\omega L3 - 1/\omega C3)$.

При этом комплексные уравнения анализируемой схемы имеют вид:

$$\dot{U}1 - Z1 \times \dot{I}1 - j\omega M \times \dot{I}2 = 0; \quad (1)$$

$$Z2 \times \dot{I}2 + j\omega M \times \dot{I}1 = 0; \quad (2)$$

$$\dot{I}1 - \dot{I}2 \times (n_2 / n_1) = 0. \quad (3)$$

Для технологической установки известны значения: круговой частоты ω , действующего значения тока второго контура $\dot{I}2$, числа витков $n_2 = 1$, активного сопротивления $R3$, индуктивности $L3$, а величина $L2 = 0.01 \times L3$. Из уравнения (3) и закона электромагнитной индукции получаем соотношения:

$$\dot{I}1 = \dot{I}2 / n1; L1 = L2 \times n1^2.$$

При этих условиях из уравнения (2) определено: $C3 = 1 / (L3 \times \omega^2)$, а для определения значения $n1$ из уравнения (1) принимаем условие: $R1 = \omega L1$, тогда коэффициент $M = L2 \times n1$ и после преобразований получаем:

$$n1 = U1 / (\omega L2 \times \dot{I}2).$$

Сформированная система уравнений (1–3) с комплексными коэффициентами применена для выбора параметров преобразователя и при разработке системы управления. Результаты моделирования могут быть основой сравнительного анализа виртуальной модели и физического образца преобразователя напряжения.

Список литературы:

1. Герман-Галкин С.Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab - Simulink. Учебник. - СПб: Лань, 2013. – 448 с.
2. Черных, И.В. SimPowerSystems: Моделирование электротехнических устройств и систем в Simulink [Электронный ресурс]: учебник / И.В. Черных. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/simpower/book1/index.php> – 21.04.2012.
3. Лукманов В.С. Теоретические основы электротехники. Часть I. Теория линейных электрических цепей: Учебное пособие / В.С. Лукманов; Уфимск. гос. авиац.техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2005. – 120 с.