

УДК 621.3

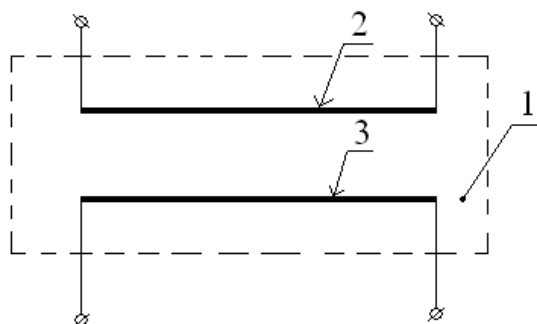
**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДНОСЕКЦИОННОГО
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕГРИРОВАННОГО
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОМПОНЕНТА**

С.Г. Конесев, Р.Т. Хазиева

(Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет)

Силовая пассивная часть источников вторичного электропитания (ИВЭП) во многих устройствах реализуется с помощью многофункциональных интегрированных электромагнитных компонентов (МИЭК). Количество секций, способ их подключения и варианты включения компонента в схему определяются режимом работы устройства, содержащего МИЭК и его требуемыми выходными характеристиками [1, 2].

В данной работе исследуется односекционный МИЭК (рисунок 1), состоящий из двух проводящих обкладок, свернутых в спираль и разделенных диэлектриком.



1 – МИЭК, 2, 3 – Первая и вторая проводящие обкладки

Рисунок 1 – Односекционная структура МИЭК

Описание электромагнитных процессов при анализе электрических схем с МИЭК системой дифференциальных уравнений в частных производных требует привлечения достаточно громоздкого математического аппарата. Перспективность применения МИЭК обуславливает поиск формализованных правил анализа, которые позволяют описывать процессы в схемах с помощью интегральных параметров МИЭК таких, как индуктивность обкладок, общая емкость и токи выводов обкладок [3].

На рисунке 2 показана схема замещения исследуемого МИЭК с интегральными параметрами.

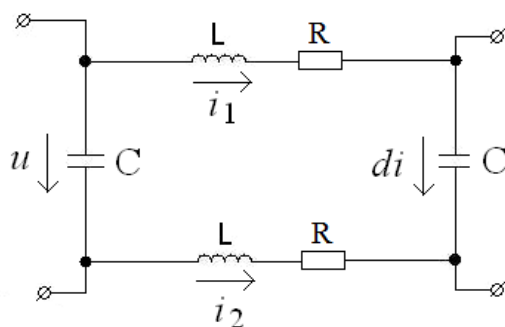


Рисунок 2 – Схема замещения исследуемого МИЭК с интегральными параметрами

Исследуем электромагнитные процессы для схемы (рисунок 3), работающей на холостом ходу, используя методику, изложенную в [4]. Выполняется расчет электромагнитных процессов для заданных значений емкости и индуктивности обкладок, напряжения питания с помощью интегральных параметров с использованием программы MathCad 15.

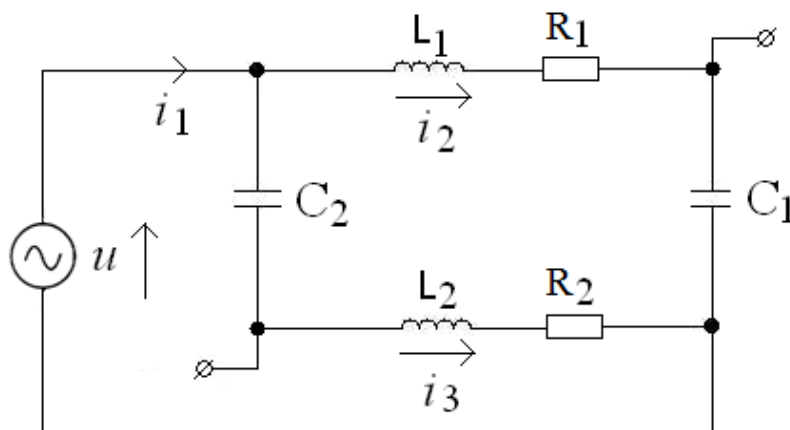


Рисунок 3 – Схема замещения работы односекционного МИЭК на холостом ходу

Для постановки задачи моделирования и анализа работы устройства заданы следующими исходными данными схемы:

- входное напряжение 10 В;
- индуктивность 0,3 мГн;
- емкость 0,05 мкФ;
- активное сопротивление 6 Ом.

Определяется резонансная частота, исходя из условия резонанса

$$\text{Im}(Z) = 0,$$

где Z – эквивалентное сопротивление цепи.

Эквивалентное сопротивление цепи

$$Z = \frac{\left(j \cdot \omega \cdot L_1 + R_1 + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C_1} \right) \left(j \cdot \omega \cdot L_2 + R_2 + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C_2} \right)}{j \cdot \omega \cdot L_1 + R_1 + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C_1} + j \cdot \omega \cdot L_2 + R_2 + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C_2}}.$$

Расчетное значение резонансной частоты составляет 4109,4 Гц.

Соотношения, связывающие интегральные параметры МИЭК:

- алгебраическая сумма токов обкладок неизменна по их длине

$$i_{\Sigma}(x) = \text{const}, i_{\Sigma} = i_{н1} \pm i_{н2} = i_{к1} \pm i_{к2}.$$

- напряжение между обкладками неизменно по их длине

$$u(x) = \text{const}, u = 1/C \cdot \int (i_{н1} - i_{к1}) \cdot dt,$$

- напряжение между выводами одной обкладки:

$$u_{пл} = L \cdot d/dt(i_{н1} \pm i_{н2}),$$

В результате расчета получены графики входного напряжения, напряжения обкладки и напряжения на емкости, представленные на рисунке 4. Переменное напряжение питающей сети с постоянной амплитудой и частотой поступает на вход схемы. На первом графике показано линейное напряжение трехфазного источника (амплитуда составляет 10 В), на втором графике – напряжение обкладки, на третьем графике представлено напряжение на емкости. Напряжение обкладки и напряжение на емкости находятся в противофазе и равны. Значения напряжений свидетельствует о резонансном режиме работы устройства с добротностью 12,91.

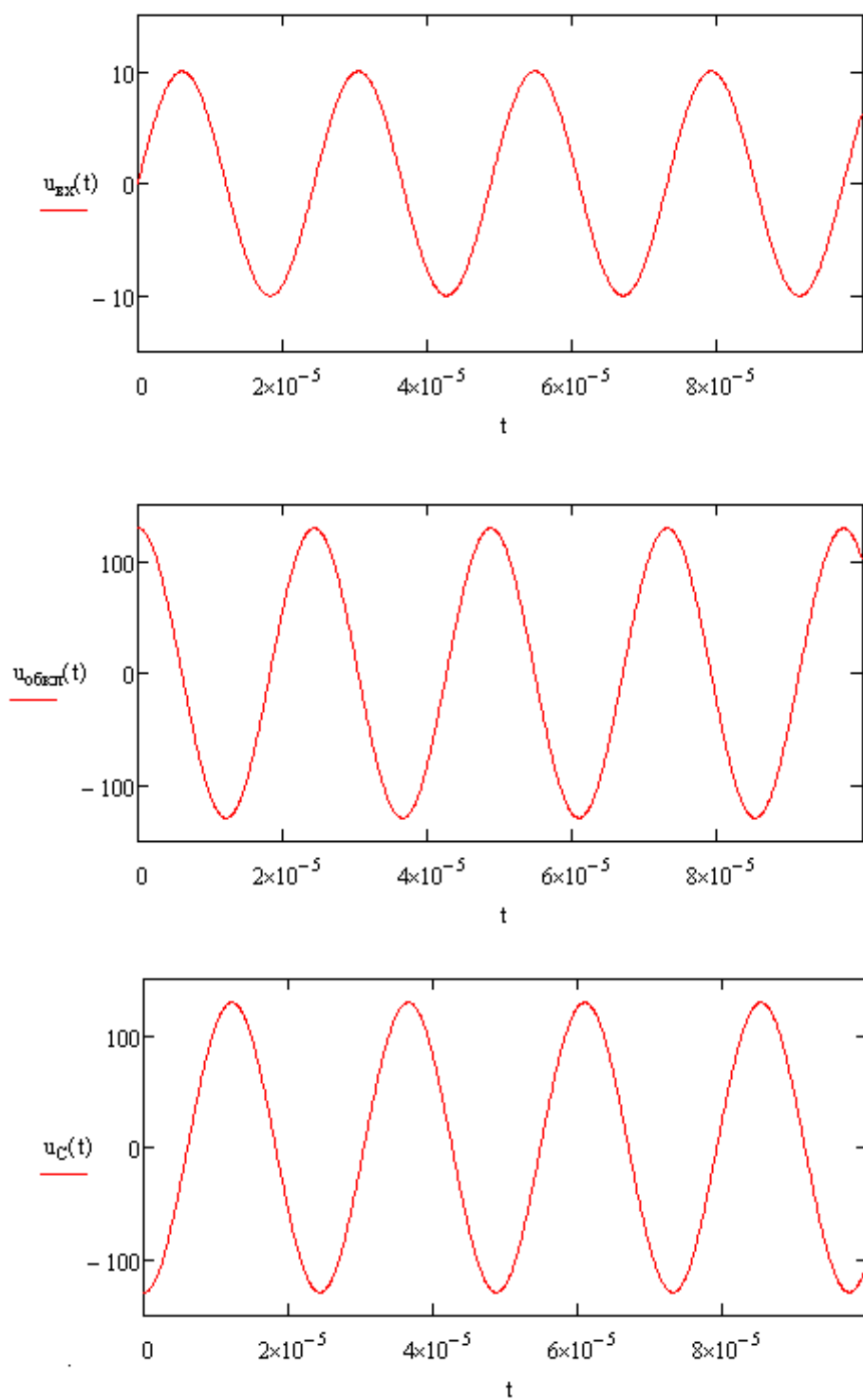


Рисунок 4 – Графики входного напряжения, напряжения обкладки и напряжения на емкости

Выводы

Описание электромагнитных процессов при анализе электрических схем с МИЭК системой дифференциальных уравнений в частных производных требует привлечения достаточно громоздкого математического аппарата.

Перспективность применения МИЭК обуславливает поиск формализованных правил анализа, которые позволяют описывать процессы в схемах с помощью интегральных параметров МИЭК таких, как индуктивность обкладок, общая емкость и токи выводов обкладок

Выполнено математическое моделирование электромагнитных процессов для заданных значений емкости и индуктивности обкладок, напряжения питания с помощью интегральных параметров с использованием программы MathCad 15.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конесев, С.Г., Алексеев, В.Ю. Многофункциональные интегрированные электромагнитные компоненты в системах преобразования электрической энергии. Обзор.– В сб.: Межвузовский сборник научных статей.– Уфа, 2005.– С. 29-33, 36-39.

2. Задерей, Г.П. Многофункциональные магнитные радиокомпоненты (многофункциональные электронно-магнитные трансформаторы).– М.: Сов. радио.– 1980.

3. Конесев, С.Г., Хазиева, Р.Т. Разработка схем замещения базовых структур многофункциональных интегрированных электромагнитных компонентов.– В сб.: 64-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ.– Уфа, 2012.– С. 315-316.

4. Бердников, С.В. Узлы принудительной коммутации тиристоров с обмоткой-емкостью.– В кн.: Проблемы преобразовательной техники: Тез. док. Всесоюзной научно-техн. конф.– Киев. 1983.