

ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ЗВЕНА И ПОСЛЕДУЮЩИЙ СИНТЕЗ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕМПФИРУЮЩЕЙ ЦЕПИ

В. М. Лукашов

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель С. Н. Кухаренко

Существующие измерительные системы позволяют получить характеристику переходного процесса в виде цифровых отсчетов. Этот процесс представлен в виде безразмерной матрицы отсчетов. После обработки безразмерной матрицы отсчетов в среде Mathcad был получен график затухающего колебательного процесса (рис. 1).

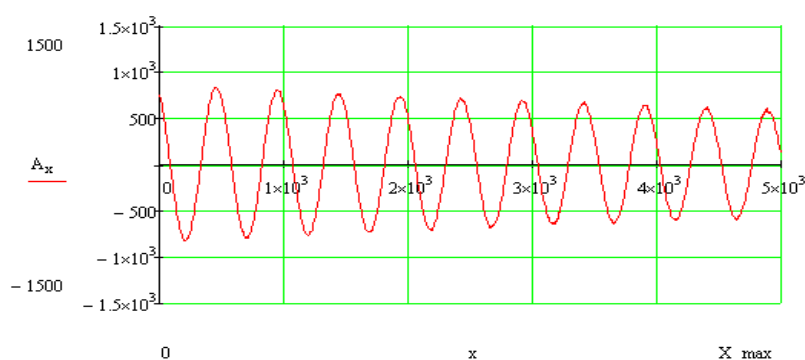


Рис. 1. Исходный переходной процесс: x – цифровые отсчеты по горизонтали;
 A_x – цифровые отсчеты по вертикали

С целью возможности и дальнейшей обработки выделен нужный участок характеристики и определены масштабы напряжений и времени.

Расчет параметров компонентов производится для схемы замещения колебательного процесса, представленной на рис. 2.

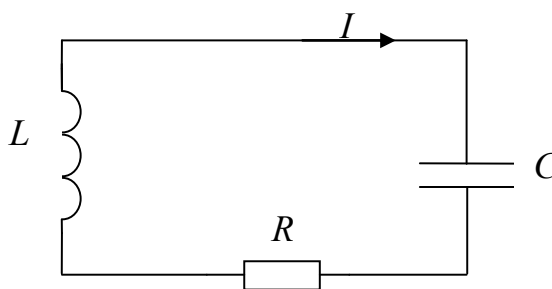


Рис. 2. Последовательный RLC-контур

В электрическом контуре (рис. 2), содержащем индуктивность L и емкость C , омическое сопротивление R уравнение колебательного процесса напряжений для контура будет иметь вид:

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q = 0. \quad (1)$$

где q – заряд на конденсаторе.

Для анализа колебательного процесса уравнения (1) можно представить в виде:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\delta \frac{dx}{dt} + \omega^2 x = 0. \quad (2)$$

Под x подразумевается заряд конденсатора, а $\delta = \frac{R}{2L}$ – затухание; $\omega^2 = \frac{1}{LC}$ – частота колебательного процесса.

Затухание и частоту колебаний можно найти по двум максимумам колебательного процесса.

С помощью программных циклов в среде Mathcad найдены первый и второй максимумы:

$$t_{\max 1} = 9,22 \cdot 10^{-5} \text{ с}; U_{\max 1} = 0,835 \text{ В};$$

$$t_{\max 2} = 18,84 \cdot 10^{-5} \text{ с}; U_{\max 2} = 0,813 \text{ В}.$$

Для определения значений элементов в схему замещения в корректируемое звено параллельно нужно ввести дополнительную емкость $C_{\text{доп}} = 2,414 \text{ мкФ}$.

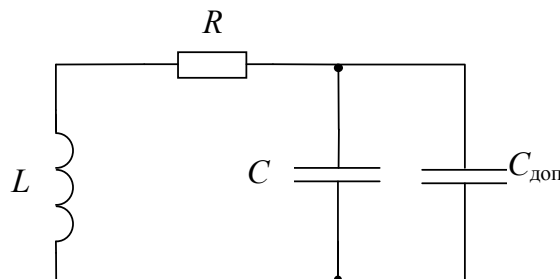


Рис. 3. Схема колебательного контура с дополнительной емкостью $C_{\text{доп}}$

Изменение процесса в результате введения дополнительной емкости можно увидеть на рис. 4.

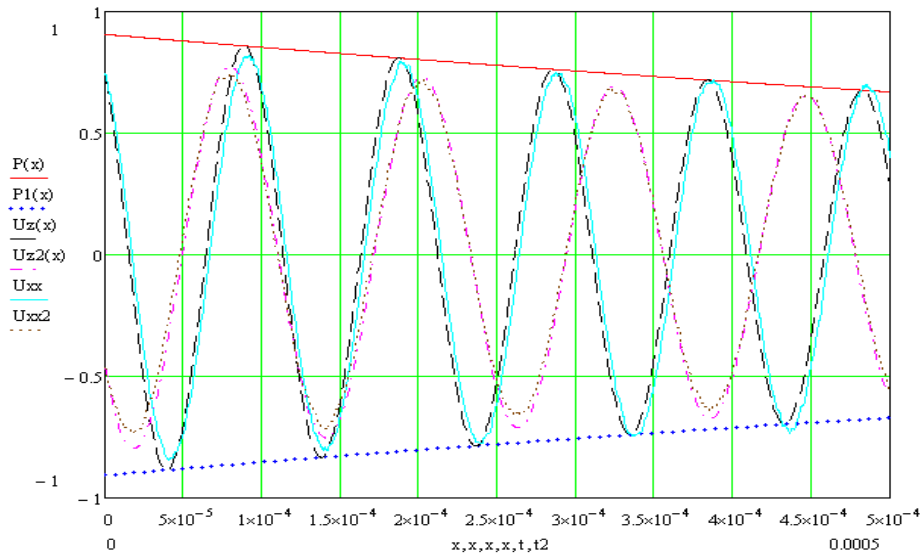


Рис. 4. Результаты моделирования: P и P_1 – кривые затухания процесса без дополнительной емкости; U_z – рассчитанный затухающий процесс собственный; U_{z2} – рассчитанный затухающий процесс с дополнительной емкостью; U_{xx} – экспериментальное колебание, снятое с осциллографа; U_{xx2} – экспериментальное колебание процесса с дополнительной емкостью, снятое с осциллографа

Получены номиналы элементов: $R = 0,067 \text{ Ом}$; $C = 4,411 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$; $L = 55,6 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}$.

Реальные номиналы элементов: $R = 0,01 \text{ Ом}$; $C = 4,377 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$; $L = 55,5 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}$.

Для корректировки переходного процесса необходимо ввести в колебательное звено дополнительную демпфирующую цепочку RC .

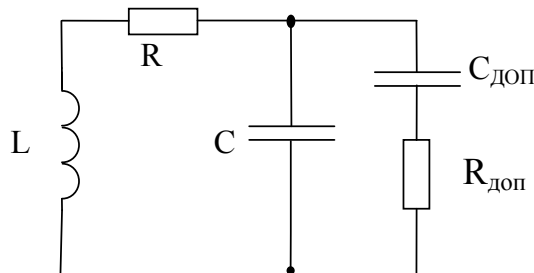


Рис. 5. Параллельный контур RLC с демпфирующим звеном $RC_{доп}$

Можно записать характеристическое уравнение для данного контура:

$$p^3 LCR_{доп} C_{доп} + p^2 (LC_{доп} + LC + RCR_{доп} C_{доп}) + p(RC_{доп} + R_{доп} C_{доп} + RC) + 1 = 0. \tag{3}$$

Введен коэффициент нормирования Вышнеградского:

$$K_B = \sqrt[3]{\frac{1}{LCR_{доп} C_{доп}}}. \tag{4}$$

Задавая коэффициент Вышнеградского, можно выбрать оптимальный переходной процесс. В данном случае:

$$K_b = 47000.$$

Задается значение дополнительного сопротивления $R_{\text{доп}} = 3 \text{ Ом}$.

Из уравнения (4) выражено и вычислено значение дополнительной емкости:

$$C_{\text{доп}} = 13,09 \text{ мкФ}.$$

Реальный и теоретически полученный процесс изображены на рис. 6.

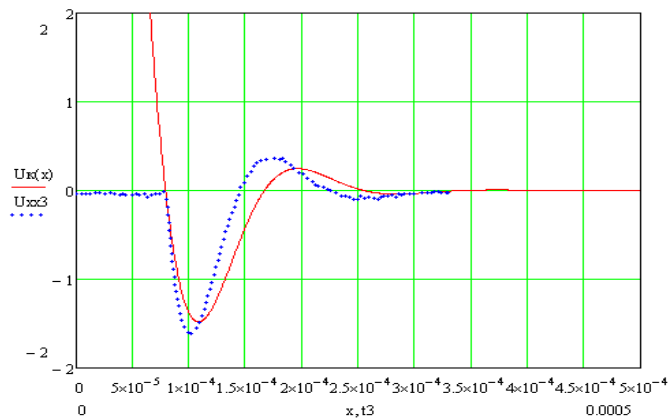


Рис. 6. Реальный и теоретически полученный процесс: U_k – теоретически рассчитанный процесс; $U_{к3}$ – реальный экспериментально полученный процесс

Заключение. Полученную методику можно использовать:

- 1) в дефектоскопии;
- 2) в устройствах преобразовательной техники;
- 3) в разработке фильтров, обеспечивающих электромагнитную совместимость;
- 4) при согласовании нагрузок и источников с комплексным сопротивлением.