

СИНТЕЗ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ЦЕПЕЙ В ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ И СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

В. М. Лукашов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научные руководители: С. Н. Кухаренко, Ю. В. Крышнев

В настоящее время существует значительное количество устройств преобразовательной техники и силовой электроники, работа которых не всегда является надежной и энергоэффективной. Исследования переходных процессов, протекающих в звеньях этих устройств, и применение разработанной методики позволят определить параметры звеньев и провести дальнейший синтез корректирующих цепей. Целью исследований является улучшение качества работы данных устройств.

Определение параметров схем замещения производится для элементов устройств, работающих в ключевом режиме (транзисторы, диоды). Расчет параметров компонентов производится для схемы замещения колебательного процесса, представленной на рис. 1.

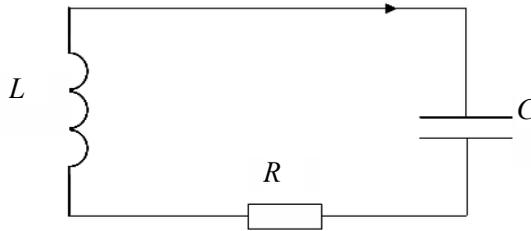


Рис. 1. Последовательный RLC-контур

Метод заключается в расчете параметров двух колебательных процессов: исходного и колебательного процесса, полученного после параллельного включения исследуемому элементу дополнительной емкости (порядка сотен пФ).

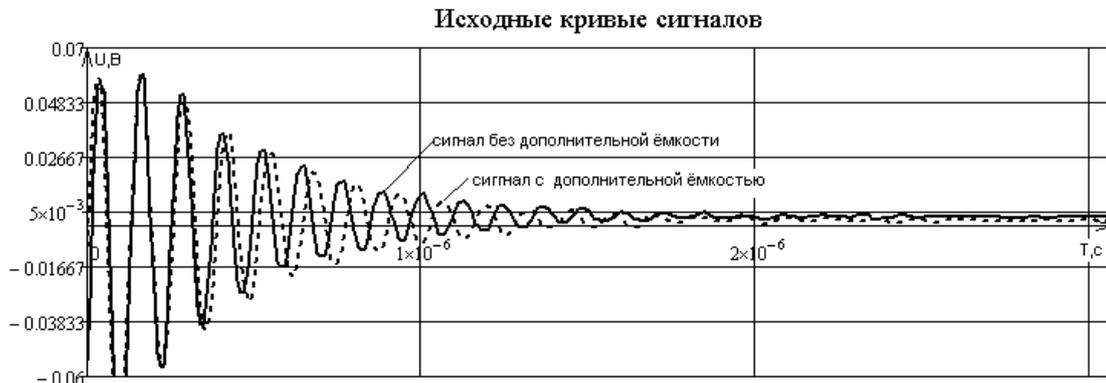


Рис. 2. Исследуемые сигналы

После вычисления периода, амплитуды, частоты, фазы, затухания колебательного процесса определяются параметры схемы замещения рассматриваемого звена: R – активное сопротивление; L – индуктивность; C – емкость; ρ – волновое сопротивление.

Корректирующая цепочка представляет собой, включаемое параллельно исследуемому элементу RC -звено.

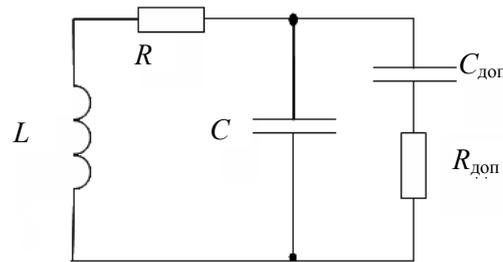


Рис. 3. Схема замещения с внесенным RC -звеном.

Рассчитывается характеристическое уравнение для данного контура, вводится коэффициент Вышнеградского [2], рассчитываются необходимые коэффициенты и параметры.

Для определения значений элементов демпфирующей цепи необходимо ввести критерий, характеризующий отношение энергетических потерь в исходном процессе $U_{исх}(t)$ и в скорректированном $U_{кор}(t)$. Соответственно, чем больше это отношение, тем качественнее переходной процесс. Наиболее точно колебательность процесса отразит средневыпрямленное напряжение. Средневыпрямленное значение есть среднее значение модуля напряжения. Так как колебательный процесс затухающий, то целесообразно рассчитать средневыпрямленное напряжение на промежутке времени, равном 1000 периодам T . Средневыпрямленное напряжение можно отождествлять с энергетическими потерями процесса. Вводимый критерий Δ будет представлять отношение средневыпрямленного напряжения исходного переходного процесса к средневыпрямленному напряжению скорректированного процесса:

$$\Delta = \frac{\int_0^{1000T} |U_{исх}(t)| dt}{1000T} \bigg/ \frac{\int_0^{1000T} |U_{кор}(t)| dt}{1000T}. \quad (1)$$

В среде Mathcad разработан программный фрагмент, который исходя из учета данного критерия, перебирает варианты корректировки процесса и выбирает тот, где значение данного критерия максимально. Алгоритм выводит значение коэффициента Вышнеградского, значение критерия и параметров элементов демпфирующей цепи для лучшего варианта корректировки исходного процесса.

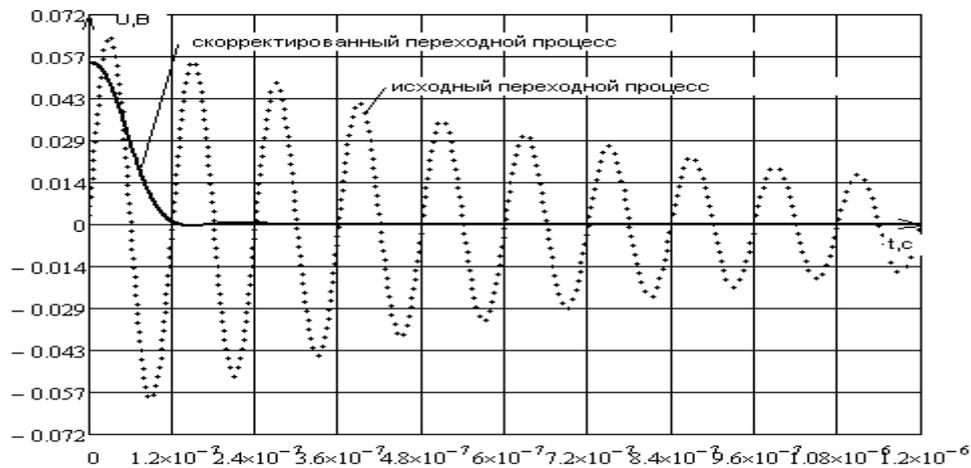


Рис. 4. Корректировка процесса ($R_{\text{доп}} = 6,3 \text{ Ом}$; $C_{\text{доп}} = 9,4 \text{ мкФ}$)

Для удобства расчетов и простоты использования была написана программа для определения параметров звеньев по характеру переходных процессов, происходящих в них. Начальными данными являются значения амплитуд и времени двух максимумов переходных процессов исследуемого элемента: без дополнительной емкости и с дополнительной емкостью. Значение дополнительной емкости также заносится в программу. Программа позволяет производить синтез демпфирующей цепи. В программу вводится коэффициент Вышнеградского и постоянное напряжение на исследуемом элементе. Вычисление необходимых параметров производится нажатием на кнопку «Расчет». Программа может сохранять данные в файл в зашифрованном виде в формате .irs. Данный файл может быть открыт только этой программой.

Идентификация параметров

Значение дополнительной емкости: Ф

Коэффициент Вышнеградского:

Переходной процесс цепи без дополнительной ёмкости: первый максимум T1= с, второй максимум T2= с, U1= В, U2= В

Переходной процесс цепи с дополнительной ёмкостью: первый максимум T1= с, второй максимум T2= с, U1= В, U2= В

Параметры переходных процессов

Период колебаний: Период колебаний: Коэффициенты характеристического уравнения: A0= A1= A2=

Затухание процесса: Затухание процесса:

Константа D: Константа D:

Частота колебания: Частота колебания:

Частота с учётом затухания: Частота с учётом затухания:

Параметры последовательной схемы замещения

Эквивалентная последовательная индуктивность: Гн

Эквивалентная последовательная ёмкость: ф

Последовательное эквивалентное сопротивление: Ом

Волновое сопротивление: Ом

Синтез демпфирующей цепочки

Добавочный резистор: Ом

Добавочная ёмкость: ф

Напряжение на исследуемом элементе: В

Ток в добавочном резисторе: А

Необходимая мощность добавочного резистора: Вт

Расчёт

Рис. 5. Внешний вид программы идентификации параметров

Полученные результаты исследований:

- улучшенная методика поиска параметров [1] позволяет производить идентификацию, как с файла отсчетов, так и с вручную введенных координат максимумов;
- разработан алгоритм поиска наилучшего варианта корректировки переходного процесса и синтеза демпфирующей цепи;
- для удобства использования методики написана программа идентификации параметров.

Л и т е р а т у р а

1. Лукашов, В. М. Идентификация параметров колебательного звена и последующий синтез элементов демпфирующей цепи / В. М. Лукашов // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы X Междунар. межвуз. научн.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов / М-во образования Респ. Беларусь, Гомель. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, 2010. – С. 217–220.
2. Яворский, В. Н. Проектирование нелинейных следящих систем с тиристорным управлением исполнительным двигателем / В. Н. Яворский, В. И. Макшанов, В. П. Ермолин. – Л. : Энергия, 1978 г. – 208 с.