

ный биполярный каскад, в основном за счет четных гармоник из-за меньшей степени комплементарности ПТ, чем биполярных транзисторов (БТ).

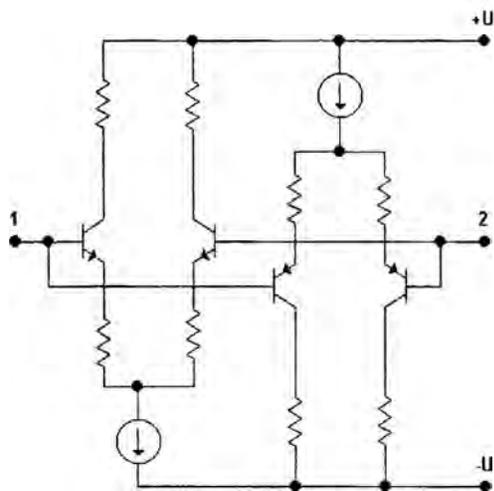


Рисунок 5. Схема двухтактного дифференциального каскада

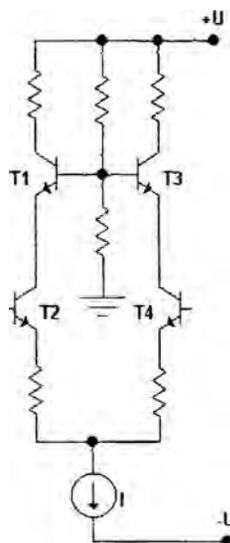


Рисунок 6. Схема двухтактного каскадного каскада

На рисунке 6 показан вариант первого каскада с использованием каскадной схемы. Кроме некоторого улучшения частотных свойств такая схема может пригодиться при использовании низковольтных малошумящих транзисторов в качестве входных: T2 и T4. При этом транзисторы T1 и T3 должны быть высоковольтными.

УДК 621.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ В КУРСЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Пашковский А.А., Раткевич А.Г.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент НОВАШ И.В.

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» требует от студентов практических навыков работы с различными электронно-вычислительными устройствами и системами программирования, начиная от инженерного калькулятора до ПЭВМ. Если для работы с комплексными числами достаточно калькулятора с тригонометрическими функциями, то решение систем алгебраических уравнений с гиперболическими функциями или дифференциальных уравнений требует более сложных вычислительных устройств и специализированных программных средств. В качестве программных средств все чаще используются специализированные математические пакеты.

При исследовании электрических цепей часто приходится оценивать влияние изменения частоты электрического сигнала на режим работы цепи. Выполнение расчетов в этом случае проводится для достаточно большого числа частот в некотором заданном диапазоне. Такие расчеты наиболее удобно проводить в компьютерной системе MathCAD, которая позволяет не только программировать и выполнять повторяющиеся вычисления, но и достаточно просто визуализировать результаты расчетов в виде графиков, диаграмм и т. п.

В данной работе рассматривается пример использования пакета математического моделирования MathCAD для вычисления зависимостей характеристического сопротивления, коэффициентов затухания амплитуды и изменения фазы сигнала от частоты для Т- и П-образной схем фильтров различных типов [1, 2]. MathCAD позволяет вычислять по одной формуле с помощью индексированных переменных массивы значений функции для заданного диапазона значений индекса. Например, конструкция $f := 0..1000$ $\omega_f := 2\pi f$ позволяет вычислить 1 000 значений функции ω_f с шагом изменения f , равным 1. Таким образом, с использованием одной только формулы можно построить частотную характеристику. На рисунке 1 приведены расчетные формулы и графики частотных функций характеристического сопротивления для Т- и П-образной схем фильтра нижних частот, реализованные в компьютерной системе MathCAD.

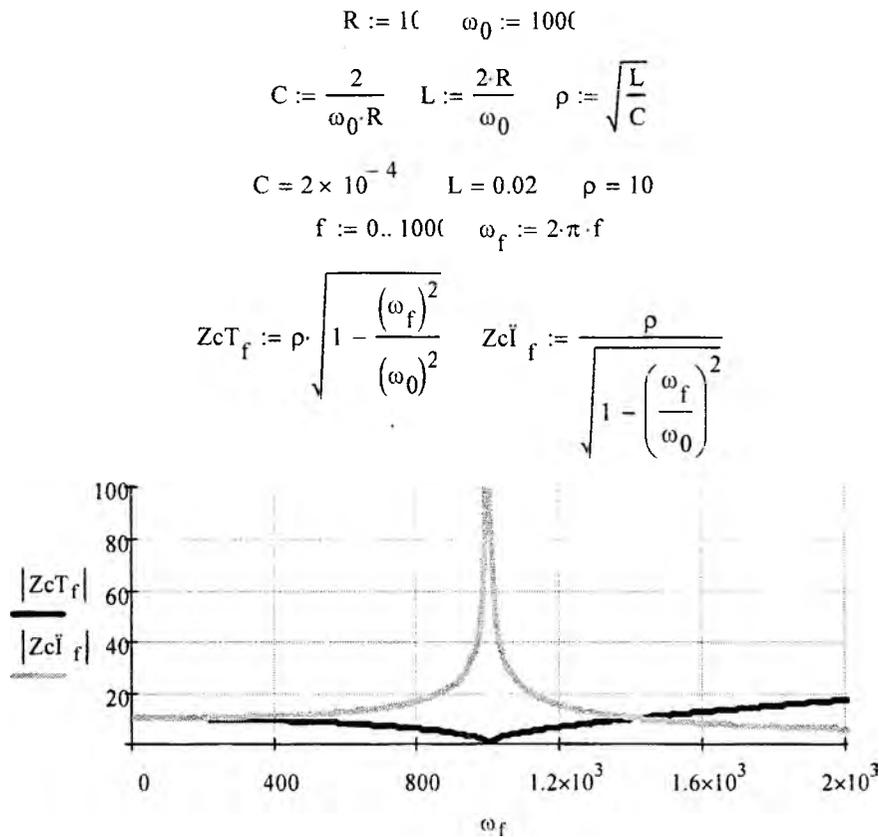


Рисунок 1. Расчетные формулы и зависимости характеристического сопротивления Z_c от частоты для Т- и П-образного фильтров нижних частот

В более сложных случаях, когда частотную функцию нельзя рассчитать по одной формуле для всего диапазона изменения частоты, и требуется выполнить расчеты функции на определенных интервалах частот, MathCAD позволяет создавать программные конструкции с использованием простейших логических операторов.

На рисунке 2 приведены программные конструкции и графики частотных функций коэффициентов затухания амплитуды α_f и изменения фазы β_f сигнала от частоты для Т-образного фильтра нижних частот.

В работе были выполнены подобные расчеты для Т- и П-образной схем фильтров верхних частот, а также для полосовых и заграждающих фильтров.

$$\alpha_f := \begin{cases} \omega_0 \leftarrow 1000 \\ \omega_f \leftarrow (2) \cdot \pi \cdot f \\ \left(2 \cdot \operatorname{acosh} \left(\frac{\omega_f}{\omega_0} \right) \right) & \text{if } \omega_f > \omega_0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\beta_f := \begin{cases} \omega_0 \leftarrow 1000 \\ \omega_f \leftarrow 2 \cdot \pi \cdot f \\ \left[\operatorname{acos} \left[1 - 2 \cdot \frac{(\omega_f)^2}{(\omega_0)^2} \right] \right] & \text{if } \omega_f < \omega_0 \\ \pi & \text{otherwise} \end{cases}$$

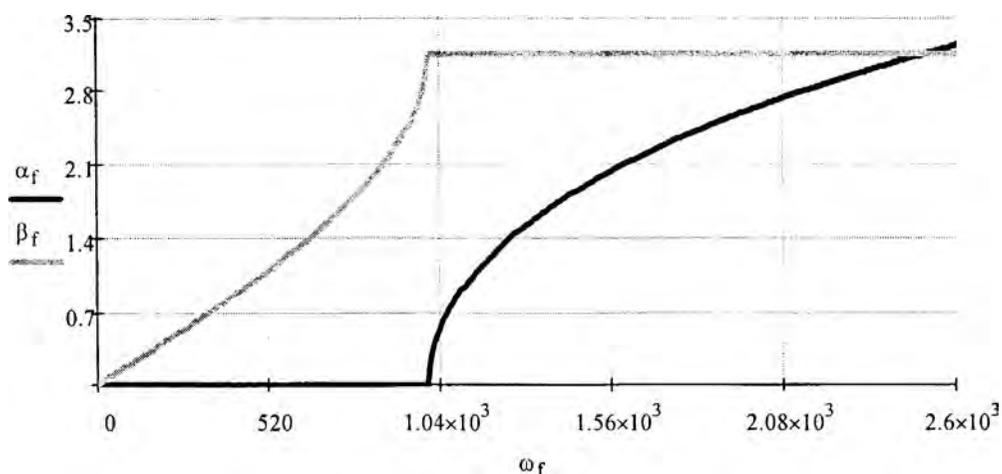


Рисунок 2. Программы расчетов и зависимости коэффициентов затухания α_f и изменения фазы β_f от частоты для Т-образного фильтра нижних частот

Литература

1. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. – Ч. 1: Электрические цепи. – М.: Высшая школа, 1994. – 560 с.
2. Сборник задач и упражнений по теоретическим основам электротехники / Под ред. проф. П.А. Ионкина. – М.: Энергия, 1982. – 768 с.