

УДК 621.315

В.Л. Земляков, С.Н. Ключников**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НОВОГО МЕТОДА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОБРОТНОСТИ РЕЗОНАНСНЫХ СИСТЕМ**

Рассмотрены известные методы определения добротности резонансных систем и предложен новый метод решения этой задачи, основанный на амплитудных измерениях. Приведена компьютерная модель аппаратной реализации метода и результаты компьютерного эксперимента. Представлена зависимость погрешности определения величины добротности от самой добротности резонансной системы. Полученные результаты подтверждают возможность определения добротности новым методом. Увеличение погрешности для резонансных систем с добротностью менее 50 объясняется отсутствием симметрии частотной характеристики активной составляющей проводимости в области резонанса.

Резонансные системы; добротность; MatLab+Simulink; компьютерная модель; синхронный детектор; дифференциатор.

V.L. Zemlyakov, S.N. Kliuchnikov**COMPUTER MODELLING OF NEW METHOD DEFINITION Q-FACTOR
OF RESONANT SYSTEMS**

Known methods of determination Q-factor of resonance systems are considered and new method for solution this task, based on amplitude measurements is offered. The computer model of hardware implementation of a method and results of computer experiment is resulted. Dependence of an error determination value of Q-factor on the Q-factor of resonance system is presented. The received results confirm possibility of determination Q-factor with a new method. The magnification of a lapse for resonance systems about a quality factor less than 50 speaks lack of symmetry of a frequency characteristic of active making conductance in the field of a resonance.

Resonance systems; Q-factor; MatLab+Simulink; computer model; the synchronous detector; a differentiator.

Добротность является одной из основных характеристик резонансных систем (РС). Рассматривая пример резонансной электрической RLC -цепи, можно выделить два основных метода определения добротности.

Первый метод применяется, когда существует возможность измерения выходного сигнала на электрической емкости: добротность определяется, как отношение амплитуд выходного напряжения к входному, поданному на цепь [1].

Второй метод применяется, когда измеряется ток, протекающий через RLC -цепь (проводимость цепи): при этом измеряют частоту резонанса цепи и ширину резонансной кривой активной составляющей проводимости на уровне 0,5 от максимального значения на частоте резонанса [1].

То есть первый метод позволяет определить добротность РС только по амплитудным измерениям. Второй метод использует частотные измерения и реализуются сложнее. Для устранения недостатков частотных измерений в работе [2] предложен метод определения добротности по амплитудным измерениям активной составляющей проводимости RLC -цепи. Показано, что добротность определяется формулой

$$Q_m = \frac{\pi}{4} \frac{\omega_p G^l(\omega_{\max})}{G(\omega_p)}, \quad (1)$$

в которой $\omega_p = 2\pi f_p$ – частота резонанса РС, $G(\omega_p)$ – максимум активной составляющей проводимости на частоте резонанса, а $G'(\omega_{\max})$ – максимальное значение производной от активной составляющей проводимости на частоте ω_{\max} . Следовательно, для нахождения значения добротности РС должны быть найдены максимум активной составляющей проводимости и максимум ее производной.

В данной статье рассматривается компьютерная модель метода, предложенного в [2], и приводится оценка его достоверности.

Для компьютерного моделирования использовался пакет MatLab+Simulink. Модель компьютерного эксперимента приведена на рис. 1.

На рис. 1 цифрами обозначены функциональные блоки: 1. Генератор сигналов с линейно-возрастающей частотой. 2. Операционный усилитель с коэффициентом усиления «2». 3. Перемножитель синусоидальных сигналов. 4. Фильтр низких частот. 5. Дифференциатор. 6. Осциллограф.

Блок 1 предназначен для генерирования синусоидального сигнала с возрастающей частотой, охватывающей резонансную область. Блок 2 компенсирует уменьшение амплитуды сигнала на выходе перемножителя 3 в два раза. Блоки 3 и 4 составляют синхронный детектор, формирующий на своем выходе активную составляющую проводимости RLC-цепи. Блок 5 формирует производную от активной составляющей проводимости.

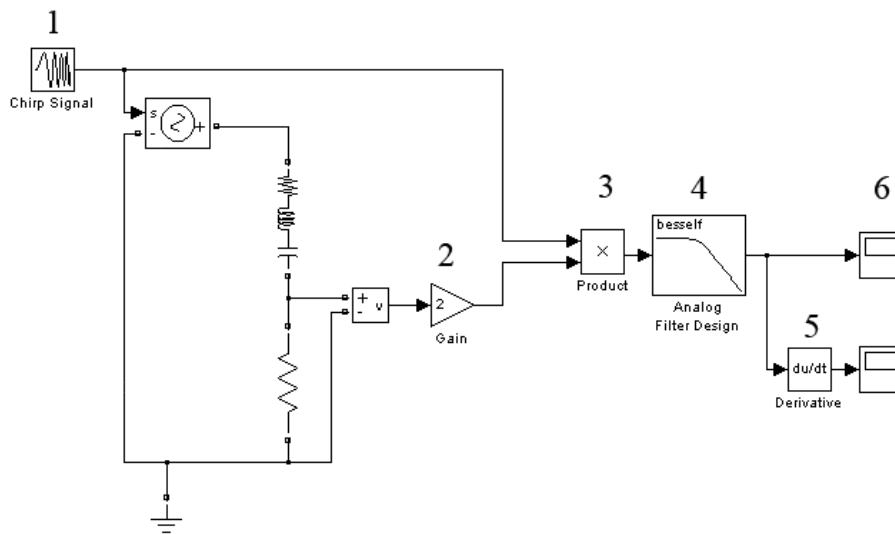


Рис. 1. Модель компьютерного эксперимента

Характер зависимости активной составляющей проводимости и ее производной показан на рис. 2 (графики нормированы на свои максимальные значения).

В табл. 1 приведены результаты компьютерного моделирования, а зависимость погрешности определения величины добротности $\delta\% = 100\% \frac{|Q_M - Q_{исх}|}{Q_M}$

от самой добротности графически представлена рис. 3.

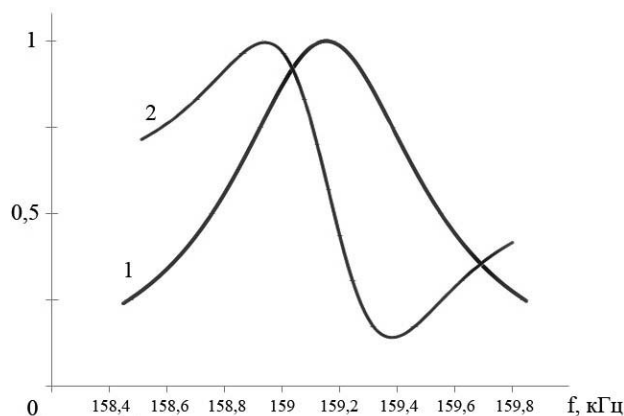


Рис. 2. Характер зависимости активной составляющей проводимости и ее производной: 1 – $G(f)$; 2 – $G'(f)$

Таблица 1

$Q_{исх}$	50	66,63	100	200	400	499,14
Q_m	50,8	67,03	100,3	200,53	399,26	496,52
Δ	1,6	0,60033	0,3	0,265	0,185	0,525

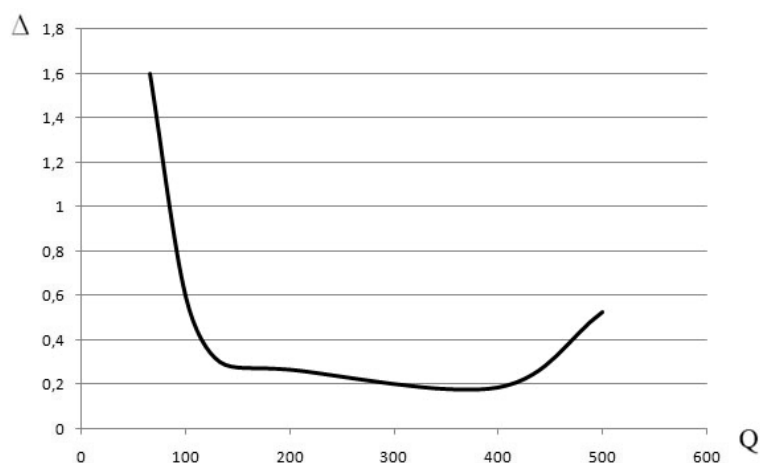


Рис. 3. Зависимость погрешности определения величины добротности от самой добротности

Представленные результаты подтверждают возможность определения добротности по формуле (1). Увеличение погрешности для РС с добротность менее 50 объясняется отсутствием симметрии частотной характеристики активной составляющей проводимости в области резонанса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Земляков В.Л. Электротехника и электроника. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2008. – 304 с.
2. Земляков В.Л., Ключников С.Н. Определение параметров пьезокерамических элементов по амплитудным измерениям // Измерительная техника, 2010. – № 3. – С. 38-40.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор С.В. Тарарыкин.

Ключников Сергей Николаевич

Земляков Виктор Леонидович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет».

E-mail: decanat@fvt.sfedu.ru.

344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, 10.

Тел.: 88632696991.

Kliuchnikov Sergei Nikolaevich

Zemlyakov Victor Leonidovich

Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University".

E-mail: decanat@fvt.sfedu.ru.

10, Milchakova Street, Rostov-on-Don, 344090, Russia.

Phone: +78632696991.

УДК 681.327

А.В. Боженюк, И.Н. Розенберг, Е.М. Рогушина

ПОДХОД К НАХОЖДЕНИЮ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА В НЕЧЕТКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ*

Статья описывает метод нахождения максимального потока в транспортной сети с пропускными способностями, представленными нечеткими треугольными числами. Используется метод нахождения треугольных нечетких чисел как линейной комбинации левой и правой границ базовых значений. Эффективность и новизна предложенного метода заключается в упрощении правил оперирования с треугольными числами и тем, что можно описывать значения пропускной способности в транспортной сети нечеткими понятиями. Для иллюстрации решен численный пример.

Максимальный поток; нечеткая пропускная способность; линейная комбинация границ; нечеткое треугольное число.

A.V. Bozhenyuk, I.N. Rosenberg, E.M. Rogushina

APPROACH OF MAXIMUM FLOW DETERMINING FOR FUZZY TRANSPORTATION NETWORK

This article describes a method for finding maximum flow in a transportation network with triangular fuzzy values of arc capacities. This problem is relevant due to its wide practical importance. A method for determining triangular fuzzy numbers as linear combinations of the left and right borders of the basic values is used. The effectiveness of the proposed method lies in the fact that the rules of operating with fuzzy triangular numbers are simplified and the expert can assess the arc capacities by the term "near". To illustrate the proposed method a numerical example is presented.

Maximum flow; fuzzy arc capacity; linear combination of borders; fuzzy triangular number.

В современном мире проблемы оптимизации с использованием транспортных сетей являются актуальными, в силу того, что транспортные сети активно участвуют в процессах грузовых, пассажирских, авиа и пр. перевозок. В этой связи проблема нахождения максимального потока в сети является актуальной.

* Работа поддержана грантом РФФИ, проект № 11-01-00011а.