

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В ТЕОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ

Н. Ф. СЕМЕНЮТА,

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В. А. КУДРЯШОВ

Петербургский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Золотое сечение, числа Фибоначчи и Люка и производные числа применяются при анализе лестничных однородных электрических цепей. Цель работы – показать применение золотого сечения при оптимизации параметров лестничных электрических фильтров.

Если в Т-образной структуре фильтра нижних частот (ФНЧ) индуктивность равна $L/4$, то можно установить, что

$$L/4 = [(1 - m^2)/4m]/L, \quad 0 < m < 1,$$

которое после преобразования переходит в квадратное уравнение $m^2 + m - 1 = 0$ с корнями золотого сечения $m_1 = 0,618 = 1/\Phi$ и $m_2 = -1,618$.

Аналогично, если в фильтре верхних частот (ФВЧ) емкость равна $4C$, то получим соотношение

$$4C = [4m / (1 - m^2)]C,$$

которое после преобразования также переходит в квадратное уравнение с корнями золотого сечения $m_1 = 0,618 = 1/\Phi$ и $m_2 = -1,618$.

Вещественный положительный корень $m_1 = 1/\Phi = 0,618$ обеспечивает ФНЧ и фильтрам верхних частот (ФВЧ) ряд особенностей. На рисунке 1 представлены характеристические сопротивления Т-образной структуры ФНЧ в полосе пропускания при изменении m от 0 до 1. Из зависимостей характеристических сопротивлений следует, что с точки зрения передачи сигналов через фильтр оптимальным будет значение $m_1 = 0,618 = 1/\Phi$.

Аналогично можно показать связь золотого сечения с параметрами ФНЧ и ФВЧ при включении их на параллельную работу.

Известно, что для согласования параллельной работы фильтров необходимо выбрать такие параметры, чтобы их характеристические сопротивления $R_{нч}$ и $R_{вч}$ (рисунок 2) незначительно влияли друг на друга, а характеристические сопротивления $R_{хнч}$ и $R_{хвч}$ минимально отклонялись от постоянного значения R . Это условие выполняется, если в схемы фильтров ввести корректирующую цепь с сопротивлением

$$R_k = \left(\frac{1 \pm \sqrt{5}}{2} \sqrt{\frac{5}{4}} \right) \sqrt{\frac{L_k}{C_k}} = \left(\frac{1 \pm \sqrt{5}}{2} \right) \sqrt{\frac{L_k}{C_k}}.$$

Для случая положительного значения $R_k = 0,618$ установлено, что оптимальные значения корректирующей индуктивности L_k и емкости C_k также связаны с золотым сечением и соответственно равны

$$L_k = \frac{R}{1,618 \omega_s} = \frac{\bar{\Phi} R}{\omega_s}, \quad C_k = \frac{1,618}{R \omega_s} = \frac{\Phi}{R \omega_s}.$$

Аналогично можно показать также связь золотого сечения с многозвенным LC- и активными RC-фильтрами.

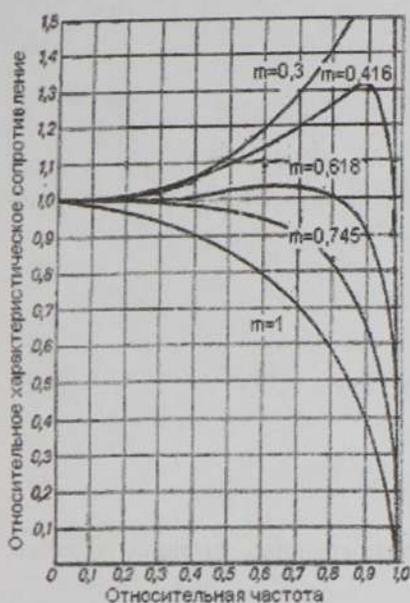


Рисунок 1

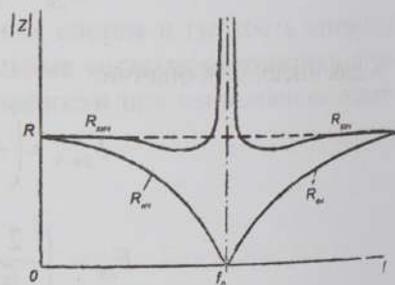


Рисунок 2