

# 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.

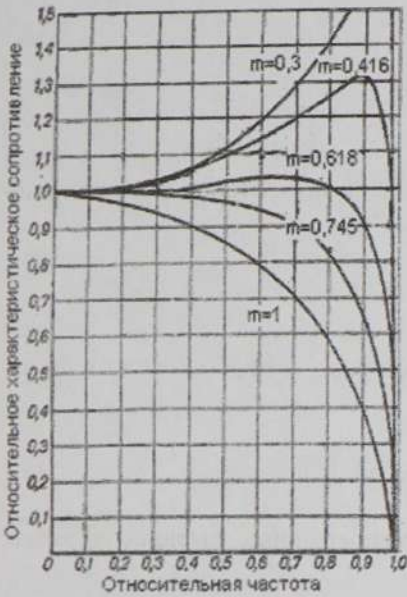


Рисунок 1

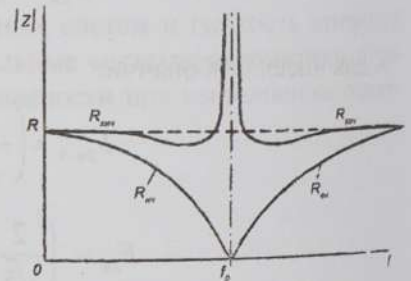


Рисунок 2