

СИМУЛЯТОР ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОПОЛОСНЫХ ФИЛЬТРОВ

Саматов Ф.Ф., Кожанов И.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Тестоедов А.А.

Севастопольский национальный технический университет

E-mail: elt.sevntu@gmail.com

Аннотация — Предложена методика расчета многополосных фильтров с однородными начальными АЧХ. Разработана программная сервисная оболочка, позволяющая визуализировать АЧХ в процессе проектирования.

1. Введение

Программы, предлагаемые для проектирования многополосных фильтров и эквалайзеров, требуют в качестве исходных данных частоты среза. Однако для поддержания однородности суммарной амплитудно-частотной характеристики в полосе пропускания при равенстве коэффициентов усиления полос, как раз необходимо определить эти частоты. Метод подбора занимает достаточно много времени и не гарантирует оптимальности решения. Целью данной работы является разработка методики и программной оболочки позволяющей использовать в качестве входных данных лишь количество полос и крайние частоты среза и гарантирующей однородность АЧХ при равенстве коэффициентов усиления полос.

2. Основная часть

Основной проблемой проектирования является выбор частот срезов полосовых фильтров. При произвольном выборе частот суммарная амплитудно-частотная характеристика не позволяет обеспечить линейность при равенстве коэффициентов усиления полос. Поскольку в полосе подавления характеристики фильтров линейны (в двойном логарифмическом масштабе), следует ожидать сохранения линейности суммарной характеристики при степенной зависимости частот срезов полосовых фильтров:

$$F_i = F_0 \cdot n^i,$$

где F_i — частота среза фильтра i -той полосы ($i=0,1,2,\dots$).

Параметр n определяется количеством полос эквалайзера $сп$ и границами суммарного диапазона F_0 — нижняя, F_H — верхняя частота среза эквалайзера

$$n = \left(\frac{F_H}{F_0} \right)^{\frac{1}{сп-1}}.$$

Обязательным условием обеспечения линейности является равенство частот среза соседних полос:

$$F_i = F_{i+1},$$

где F_i — частота среза фильтра нижних частот i -той полосы; F_{i+1} — частота среза фильтра верхних частот $i+1$ -той полосы.

Частотная зависимость коэффициентов передачи для ФВЧ и ФНЧ описываются соответствующими выражениями:

$$K_{ФВЧ} = \frac{1}{1 + \frac{F_i}{j \cdot F} + \frac{1}{j} \cdot \left(\frac{F_i}{F} \right)^2 + \dots};$$

$$K_{ФНЧ} = \frac{1}{1 + \frac{j \cdot F_i}{F} + j \cdot \left(\frac{F_i}{F} \right)^2 + \dots}.$$

При аппаратной или цифровой реализации, вначале формируются полосовые фильтры (ФВЧ и ФНЧ включаются последовательно или их коэффициенты векторно перемножаются). Затем выходы полосовых фильтров суммируются (векторно складываются).

В среде *DELPHI* разработан симулятор с удобным пользовательским интерфейсом, позволяющий в процессе проектирования визуализировать зависимость модуля коэффициента передачи от частоты, как для каждой полосы, так и для всего фильтра. На рис. 1 показана суммарная АЧХ семиполосного фильтра, рассчитанного по предложенной методике, а также АЧХ каждой полосы. Благодаря оптимальному соотношению частот срезов, суммарная характеристика имеет максимально возможную однородность в полосе пропускания.

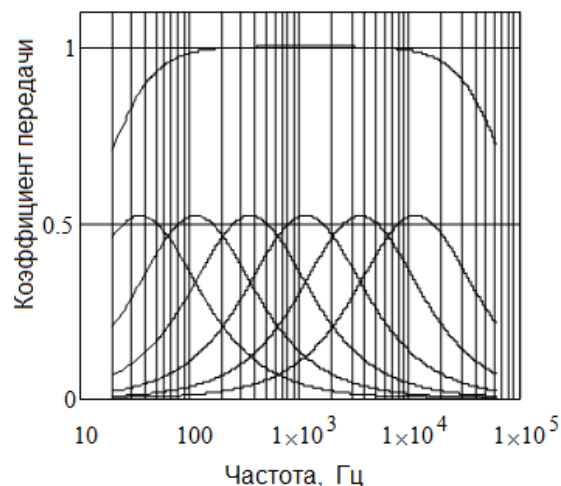


Рис. 1

3. Заключение

Получены выражения связывающие частоту среза с номером полосы фильтра, обеспечивающие однородности суммарной амплитудно-частотной характеристики в полосе пропускания при равенстве коэффициентов усиления полос. Разработанный в среде *DELPHI* симулятор, имеющий удобный интерфейс, существенно упрощает процесс проектирования эквалайзеров.

SIMULATOR FOR THE DESIGN OF MULTIBAND FILTERS

Samatov F.F., Kozhanov I.D.

Scientific adviser: Testoedov A.A.

Sevastopol National Technical University, Ukraine

Abstract — The calculation method of multiband filters with the linear initial response is proposed. The software service shell with a convenient user interface, which visualizes the AFC in the design process, is developed.