

Лабораторная работа №13

Исследование режимов работы активных фильтров низких и высоких частот

Цель работы

Цель работы — исследовать принципы работы активных фильтров низких частот (ФНЧ) и высоких частот (ФВЧ), изучить влияние номиналов элементов на частотные характеристики, определить частоту среза и коэффициент усиления, а также выполнить моделирование фильтров в программной среде LTspice.

Оборудование

- Макетная плата
- Операционный усилитель (LM741, TL072 или аналог)
- Резисторы различных номиналов
- Конденсаторы различных номиналов
- Осциллограф
- Функциональный генератор
- Источник питания ± 12 В
- Программа LTspice / Multisim

Краткие теоретические сведения

Активные фильтры — это электрические фильтры, построенные с использованием операционных усилителей и пассивных элементов (резисторов и конденсаторов). Они обеспечивают требуемую частотную характеристику и могут иметь коэффициент усиления по напряжению, что является их преимуществом перед пассивными фильтрами.

Основные типы активных фильтров:

- Фильтр низких частот (ФНЧ);
- Фильтр высоких частот (ФВЧ);

- Полосовой фильтр (ПФ);
- Режекторный фильтр.

Фильтр низких частот (ФНЧ) пропускает сигналы с частотой ниже частоты среза $f_{ср}$ и подавляет сигналы выше неё. Частота среза определяется выражением:

$$f_{ср} = 1 / (2\pi RC)$$

Фильтр высоких частот (ФВЧ) подавляет низкочастотные сигналы и пропускает сигналы выше частоты среза. Частота среза аналогична ФНЧ и определяется аналогичным выражением.

Коэффициент усиления активного фильтра второго порядка определяется формулой:

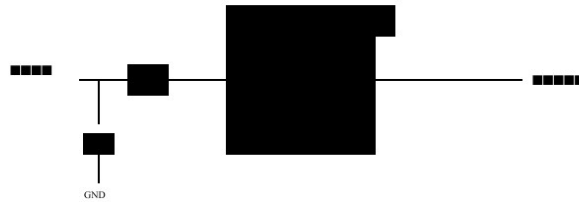
$$K = 1 + (R2 / R1)$$

Фильтр первого порядка имеет спад 20 дБ/дек, второго — 40 дБ/дек.

Активные фильтры часто реализуются по схемам Буттерворта, Чебышёва и Баттерворта второго порядка, что позволяет получать более плоскую или более избирательную характеристику.

Моделирование активных фильтров в LTspice позволяет получить частотные характеристики (АЧХ), фазовые характеристики, временные отклики и определить влияние номиналов элементов на форму передачи.

Принципиальная схема активного ФВЧ



Ход работы

1. Собрать схему активного фильтра низких частот.
2. Снять амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) для частот 10 Гц – 100 кГц.
3. Определить частоту среза и сравнить её с расчётной.
4. Построить схему активного фильтра высоких частот и повторить измерения.
5. Провести моделирование обеих схем в LTspice и сравнить результаты экспериментальных измерений.

Контрольные вопросы

1. Что определяет частоту среза активного фильтра?
2. В чём отличие активного фильтра от пассивного?
3. Почему активные фильтры могут обеспечивать усиление сигнала?
4. Как изменится АЧХ при увеличении ёмкости конденсатора?
5. Что означает спад 20 дБ/дек?

Литература

Малышев В.Ф. — Активные фильтры. Теория и практика. — М.: Академия, 2020. — 260 с.

Поляков А.П. — Аналоговые электронные устройства. — СПб.: Лань, 2021. — 310 с.

Громов И.С. — Основы схемотехники. — М.: ИНФРА-М, 2019. — 350 с.