

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
“НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО”

ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

**Отчёт по лабораторной работе №3**  
**"Активные фильтры, корректирующие цепи и**  
**генераторы колебаний на операционных усилителях"**  
по дисциплине "Электронные устройства мехатронных и  
робототехнических систем"  
Вариант №5

Выполнили:  
Студенты группы R34362  
Ванчукова Татьяна Сергеевна  
Симонян Анна Юрьевна  
Преподаватель:  
Николаев Николай Анатольевич,  
доцент факультета СУиР

Санкт-Петербург, 2023

# 1 Цель работы

Исследование схем активных фильтров

При выполнении лабораторной работы исследуются:

- активные фильтры нижних частот первого и второго порядков;
- активные фильтры верхних частот первого и второго порядков;
- полосовые фильтры;
- режекторные фильтры.

## 2 Материалы работы

Таблица 1 – Исходные данные

	ФНЧ неинв.	ФВЧ инв.	ФНЧ Салена-Ки	ПФ Салена-Ки	РФ
$K_U^*$	4	7	3	7	1
$f_{cp}^*$ , кГц	4	7000	3000	30	10
$\Delta f_{cp}^*$ , кГц	-	-	-	15	10

### 2.1 Активные фильтры первого порядка

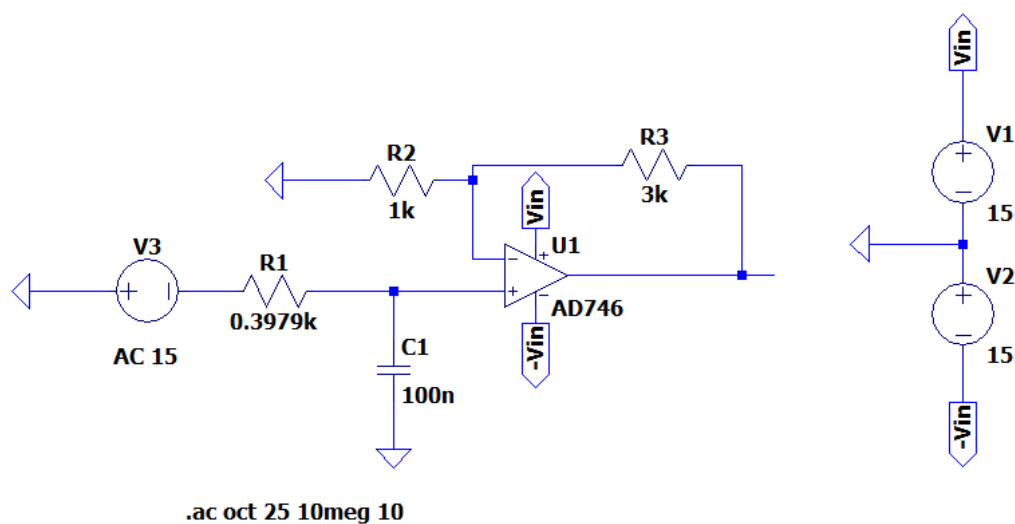


Рис. 1: Схема ФНЧ неинвертирующий первого порядка

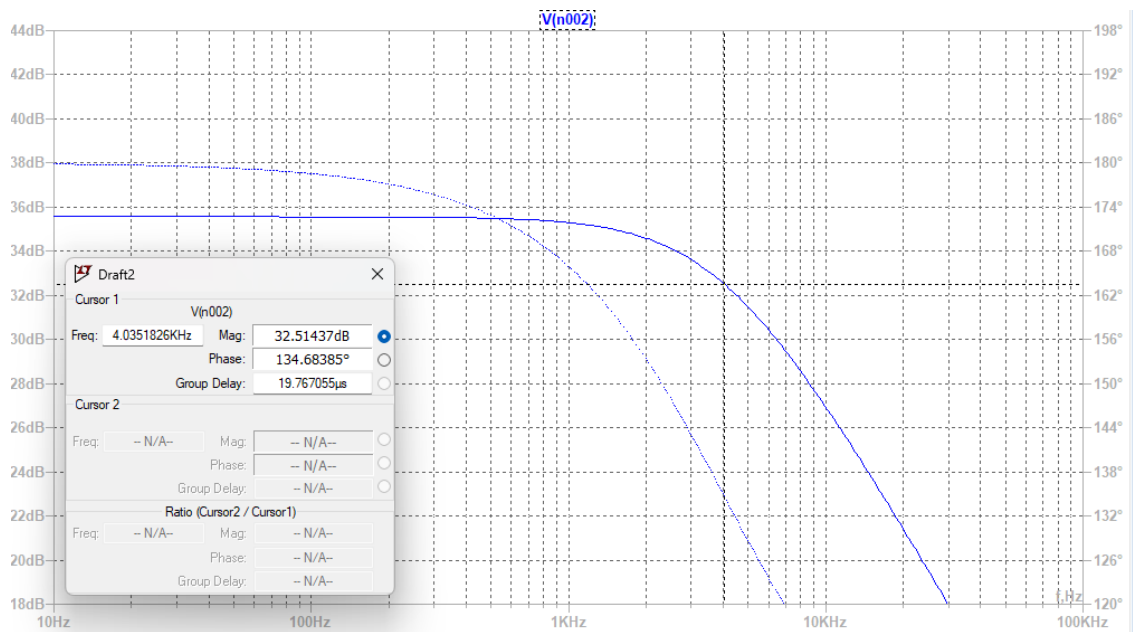


Рис. 2: ЛАФЧХ ФНЧ неинвертирующего первого порядка

Коэффициент усиления неинвертирующего ФНЧ:

$$K = 1 + \frac{R_3}{R_2} = 4$$

Частота среза ФНЧ:

$$f = \frac{1}{2\pi C_1 R_1} = 4 \text{ кГц}$$

По графику ЛАФЧХ видим, что частота пропускания  $f = 4$  кГц, что совпадает с вычисленной величиной.

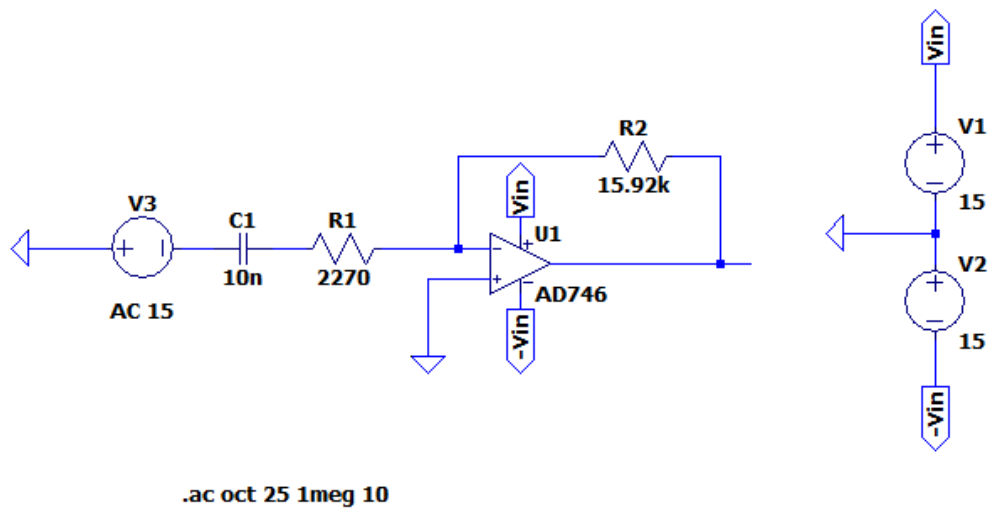


Рис. 3: Схема ФВЧ инвертирующий первого порядка

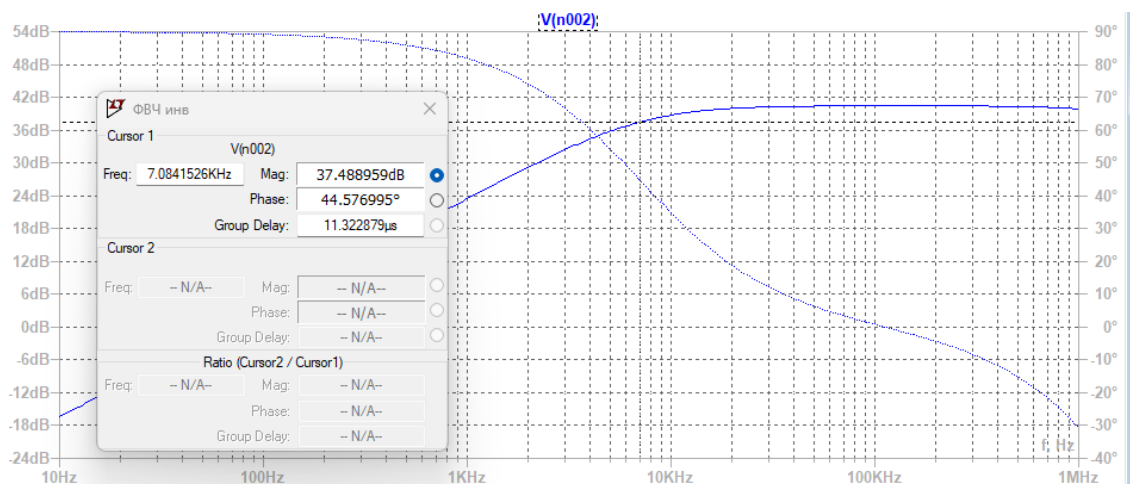


Рис. 4: ЛАФЧХ ФВЧ инвертирующий первого порядка

Коэффициент усиления ивертирующего ФВЧ:

$$K = -\frac{R_2}{R_1} = -7$$

Частота среза ФВЧ:

$$f = \frac{1}{2\pi C_1 R_1} = 7 \text{ кГц}$$

По графику ЛАФЧХ видим, что частота пропускания  $f = 7 \text{ кГц}$ , что совпадает с вычисленной величиной.

## 2.2 Активные фильтры второго порядка

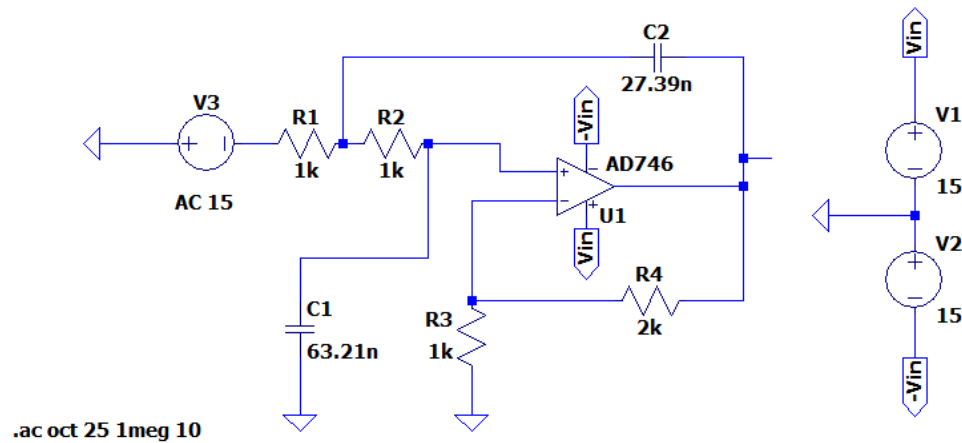


Рис. 5: Схема ФНЧ Салена-Ки

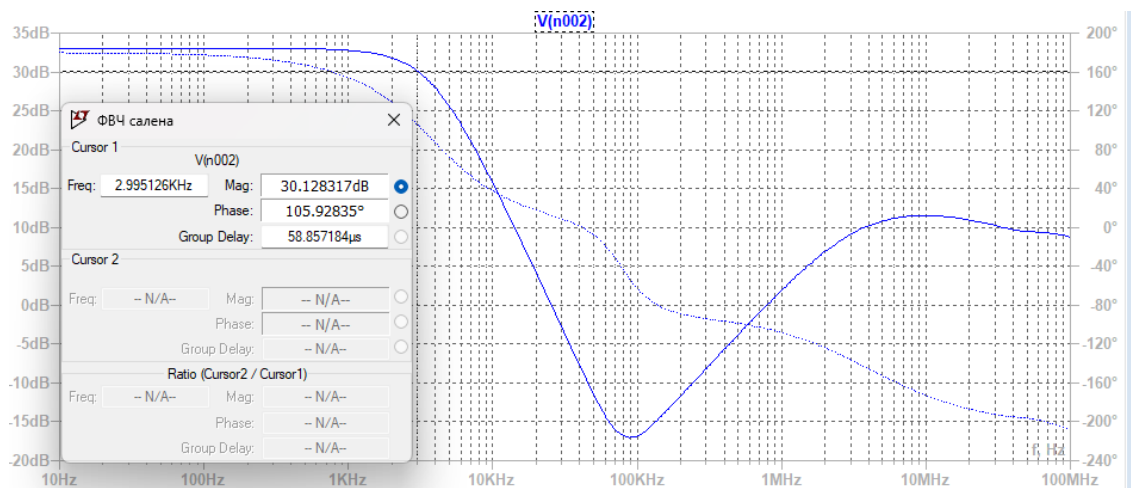


Рис. 6: ЛАФЧХ ФНЧ схемы Салена-Ки

Коэффициент усиления:

$$K = 1 + \frac{R_4}{R_3} = 2$$

Частота среза:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}} = 7 \text{ кГц}$$

По графику ЛАФЧХ видим, что частота пропускания  $f = 3 \text{ кГц}$ , что совпадает с вычисленной величиной.

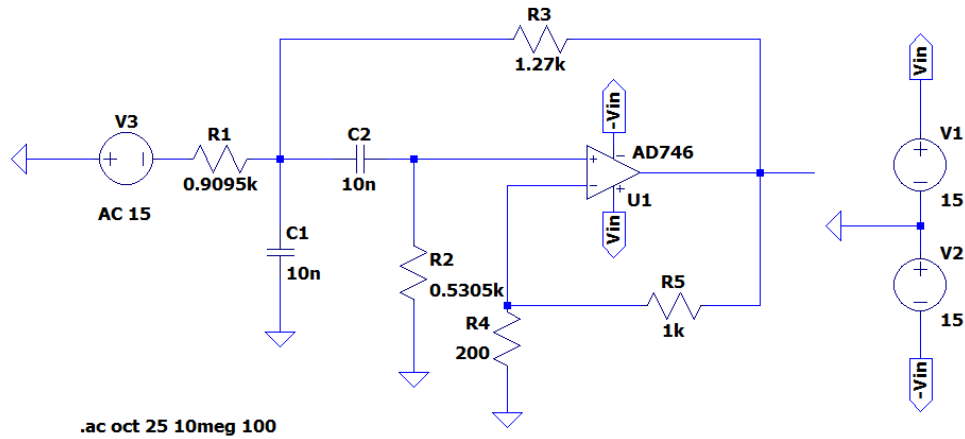


Рис. 7: Схема полосового фильтра Салена - Ки

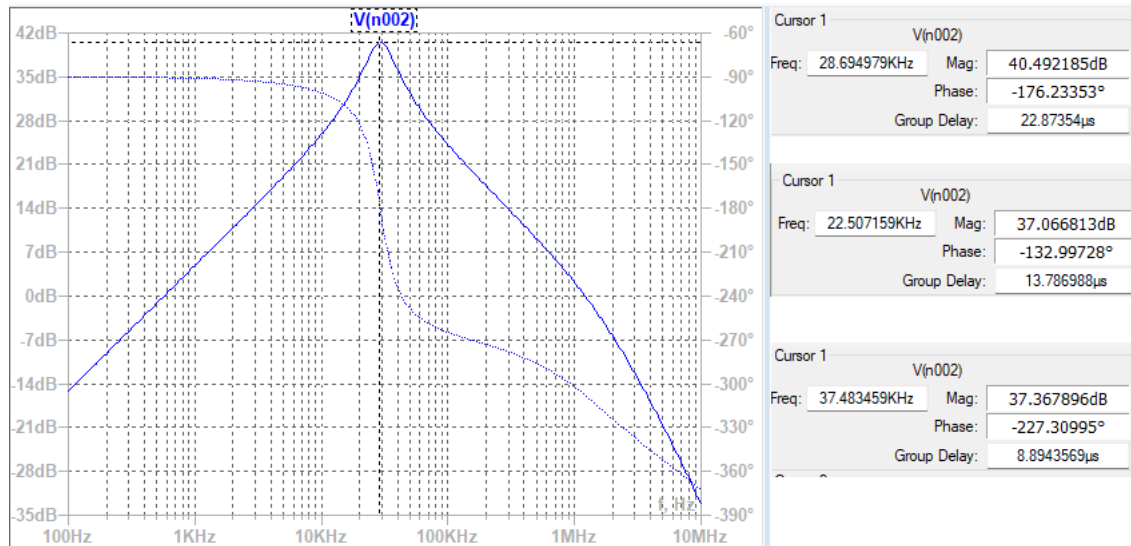


Рис. 8: ЛАФЧХ полосового фильтра

Коэффициент усиления полосового фильтра:

$$K = \frac{R_1}{R_2} \frac{C_2}{C_1 + C_2} = 7$$

Частота среза полосового фильтра:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{R_3 + R_1}{C_1 C_2 R_1 R_2 R_3}} = 30 \text{ кГц}$$

По графику ЛАФЧХ видим, что частота пропускания  $f_0 = 30 \text{ кГц}$ , ширина пропускания:  $\Delta f = f_2 - f_1 = 37 - 22 = 15 \text{ кГц}$ , что совпадает с вычисленными величинами.

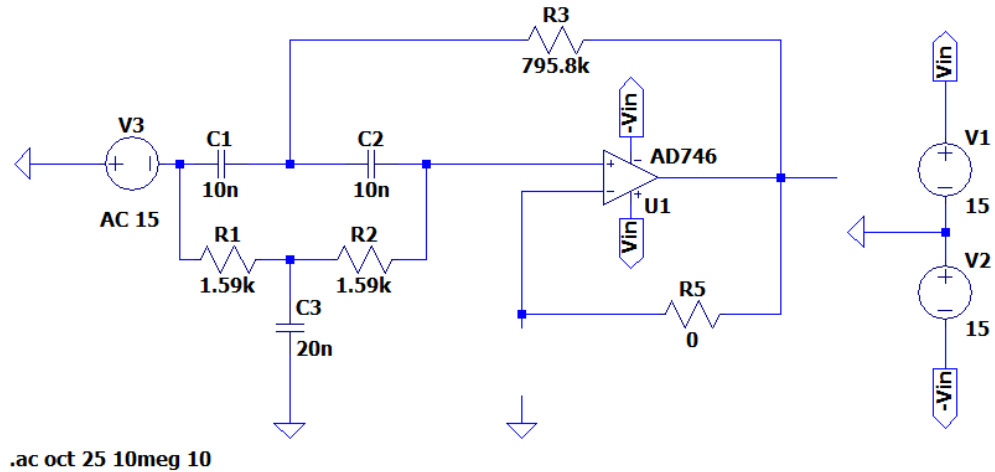


Рис. 9: Схема режекторного фильтра

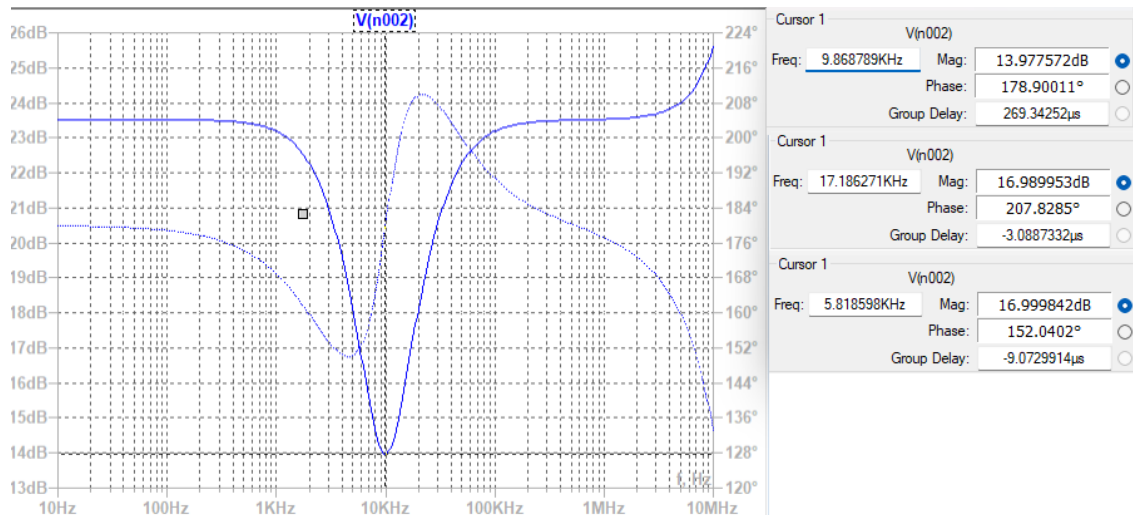


Рис. 10: ЛАФЧХ режекторного фильтра

Коэффициент усиления режекторного фильтра:

$$K = 1 + \frac{R_5}{R_4} = 1$$

Частота среза режекторного фильтра:

$$f = \frac{1}{2\pi C_1 R_1} = 10 \text{ кГц}$$

По графику ЛАФЧХ видим, что частота пропускания  $f_0 = 9.87 \text{ кГц}$ , ширина пропускания:  $\Delta f = f_2 - f_1 = 17.18 - 5.8 = 11.38 \text{ кГц}$ , что близко по значению с вычисленными величинами.

### 3 Выводы

В процессе выполнения лабораторной работы было выполнено исследование активных фильтров. С помощью экспериментов были изучены основные принципы работы каждого типа фильтра, а также их характеристики и свойства, дополнительно повторили построение логарифмических характеристик (ЛАЧХ и ФЧХ) в программе Ltspice.

Одной из задач данной лабораторной работы – определение широты пропускания фильтров по графику ЛАФЧХ, мы успешно справились с данной задачей, так как все экспериментальные значения сошлись с вычисленными.