

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО  
Факультет систем управления и робототехники

## Электротехника

Лабораторная работа №5

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ

Вариант 3R382

Студент: Кирбаба Д.Д.  
Группа: R3338  
Преподаватель: Китаев Ю.В.

г. Санкт-Петербург  
2023

## Цель работы

Исследование амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) электрических фильтров.

## Ход работы

### RC фильтр нижних частот

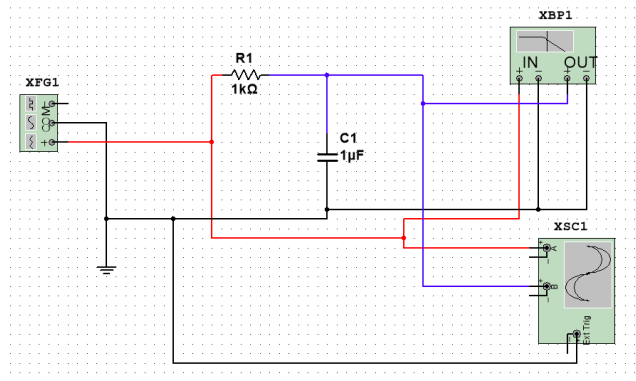


Рис. 1: Схема для исследования фильтра нижних частот RC.

На вход будем подавать синусоидальный сигнал с амплитудой  $10\text{ V}$ .

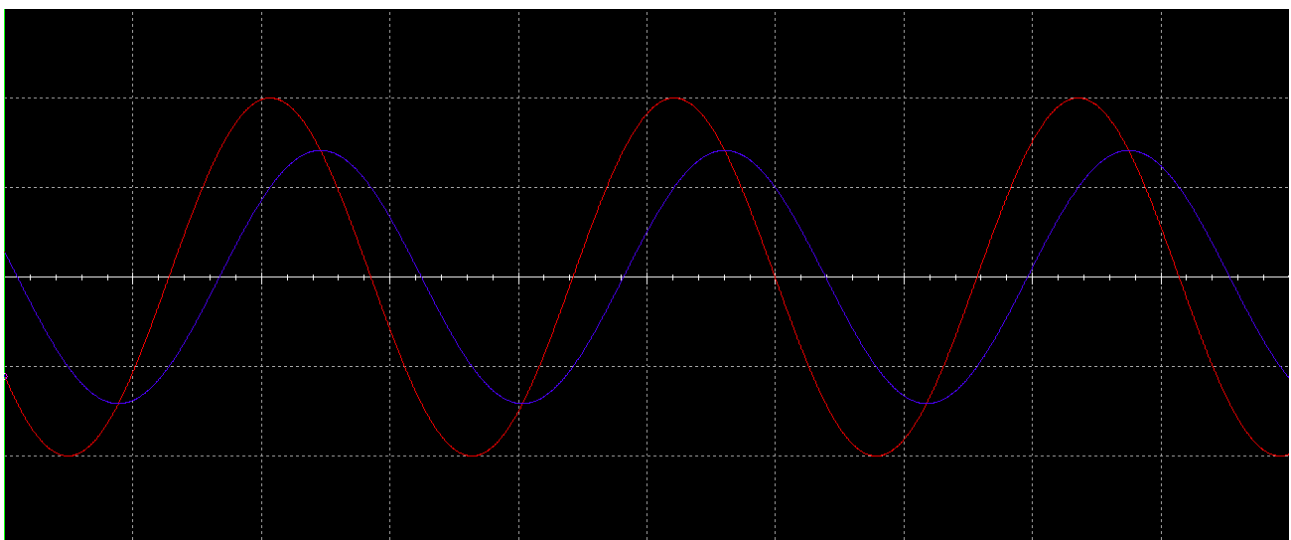


Рис. 2: Осциллограмма фильтра нижних частот.

Теперь построим АЧХ и ФЧХ для данного фильтра.

Для этого изменяя частоту генератора синусоиды в диапазоне от  $1\text{ Hz}$  до  $100\text{ kHz}$  найдем 10 значений  $V_{in}$ ,  $V_{out}$  и вычислим коэффициент передачи фильтра для каждой пары и отметим данные экспериментально найденных точки на графике.

Также отметим частоту среза на графике и аналитически отобразим линии АЧХ и ФЧХ поверх экспериментальных точек.

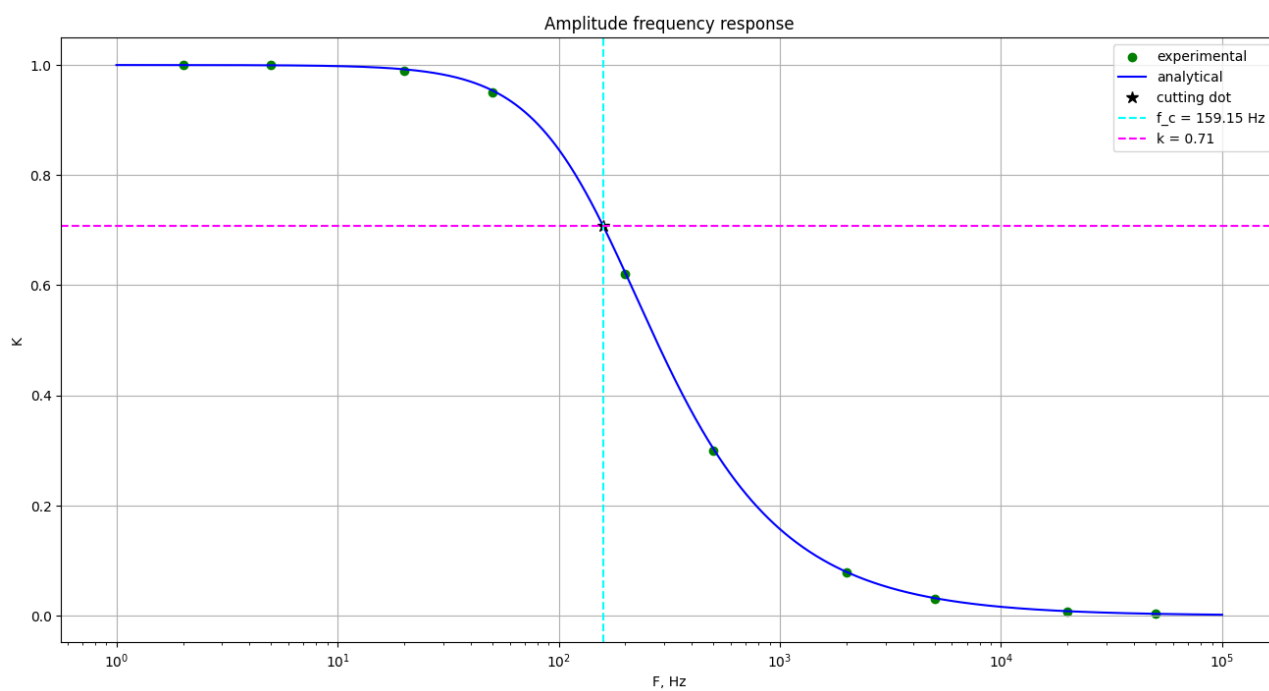


Рис. 3: Амплитудно частотная характеристика фильтра нижних частот.

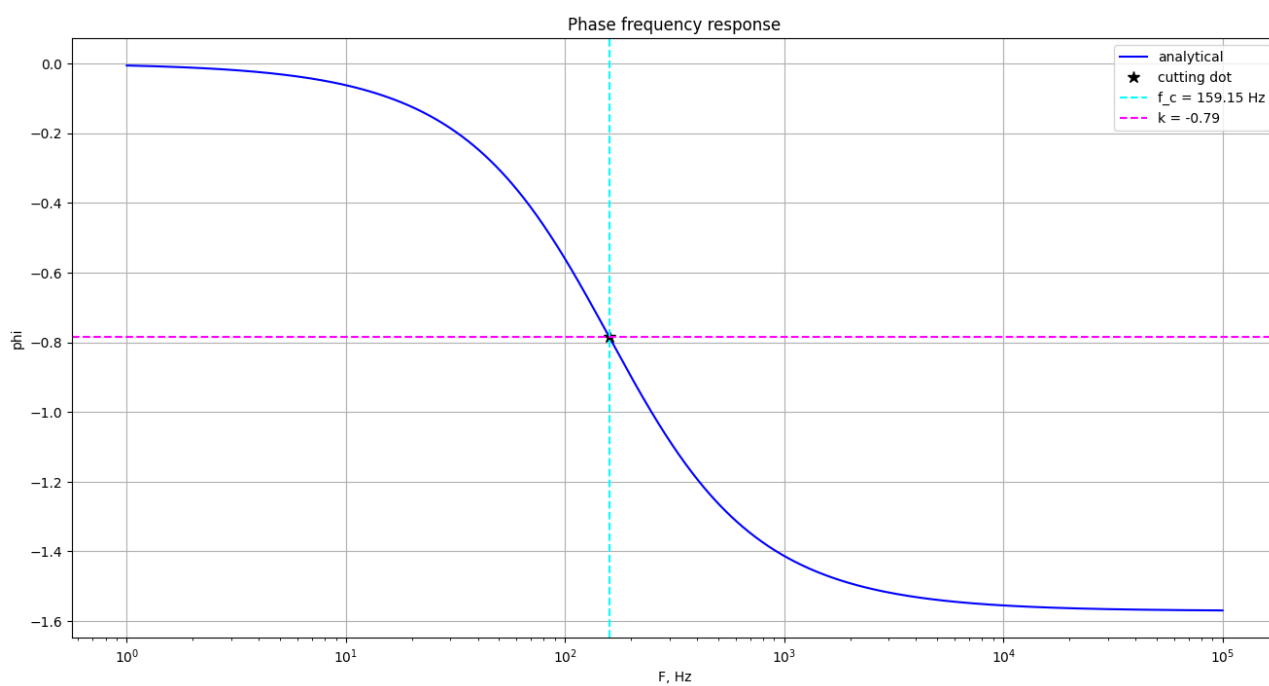


Рис. 4: Фазово частотная характеристика фильтра нижних частот.

## RC фильтр верхних частот

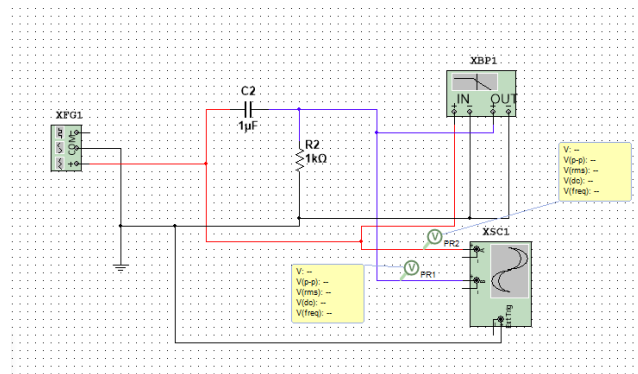


Рис. 5: Схема для исследования фильтра верхних частот RC.

На вход будем подавать синусоидальный сигнал с амплитудой 10 V.

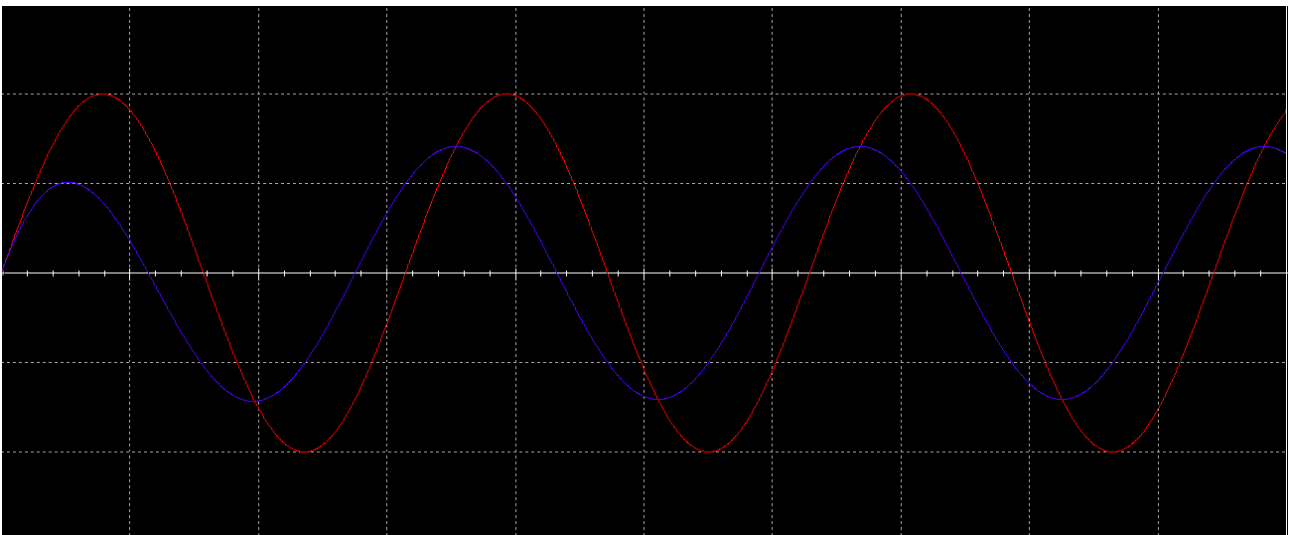


Рис. 6: Осциллограмма фильтра верхних частот.

Теперь построим АЧХ и ФЧХ для данного фильтра.

Для этого изменяя частоту генератора синусоиды в диапазоне от 1 Hz до 100 kHz найдем 10 значений  $V_{in}$ ,  $V_{out}$  и вычислим коэффициент передачи фильтра для каждой пары и отметим данные экспериментально найденных точки на графике.

Также отметим частоту среза на графике и аналитически отобразим линии АЧХ и ФЧХ поверх экспериментальных точек.

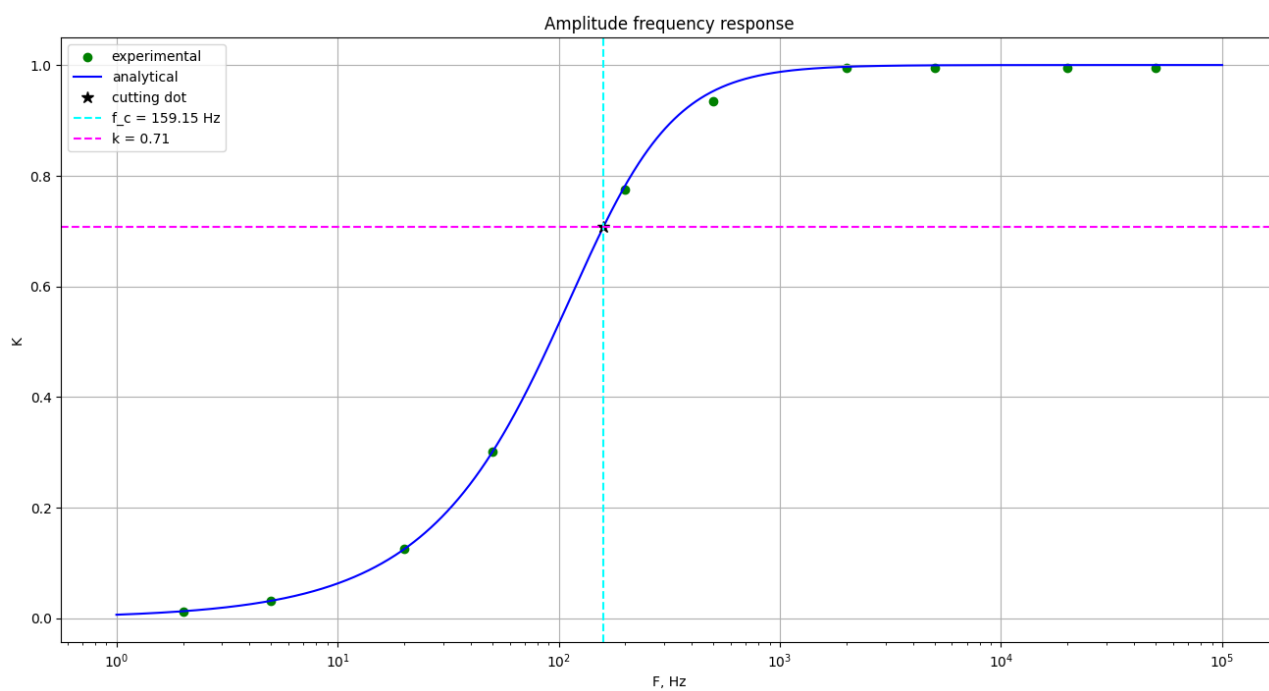


Рис. 7: Амплитудно частотная характеристика фильтра верхних частот.

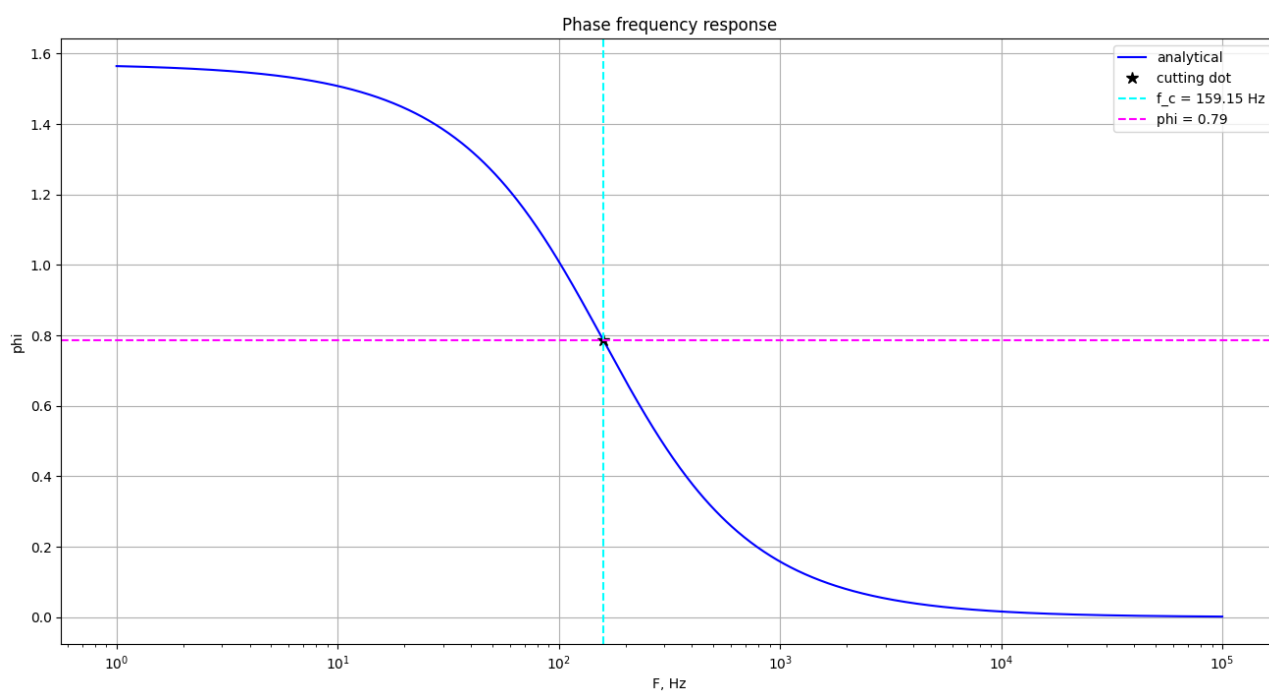


Рис. 8: Фазово частотная характеристика фильтра верхних частот.

## Полосовой (избирательный) RC фильтр

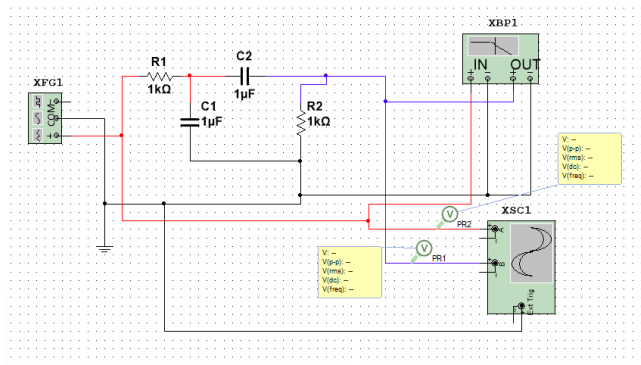


Рис. 9: Схема для исследования полосового (избирательного) фильтра частот RC.

На вход будем подавать синусоидальный сигнал с амплитудой  $10\text{ V}$ .

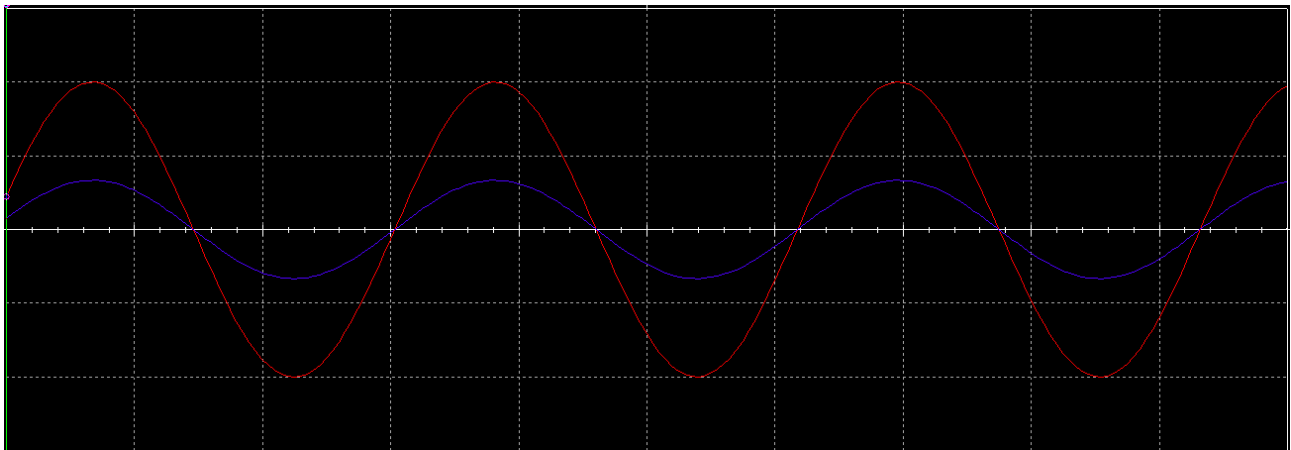


Рис. 10: Осциллограмма полосового (избирательного) фильтра частот RC.

Теперь построим АЧХ и ФЧХ для данного фильтра.

Для этого изменяя частоту генератора синусоиды в диапазоне от  $1\text{ Hz}$  до  $100\text{ kHz}$  найдем 10 значений  $V_{in}$ ,  $V_{out}$  и вычислим коэффициент передачи фильтра для каждой пары и отметим данные экспериментально найденных точки на графике.

Также отметим частоту среза на графике и аналитически отобразим линии АЧХ и ФЧХ поверх экспериментальных точек.

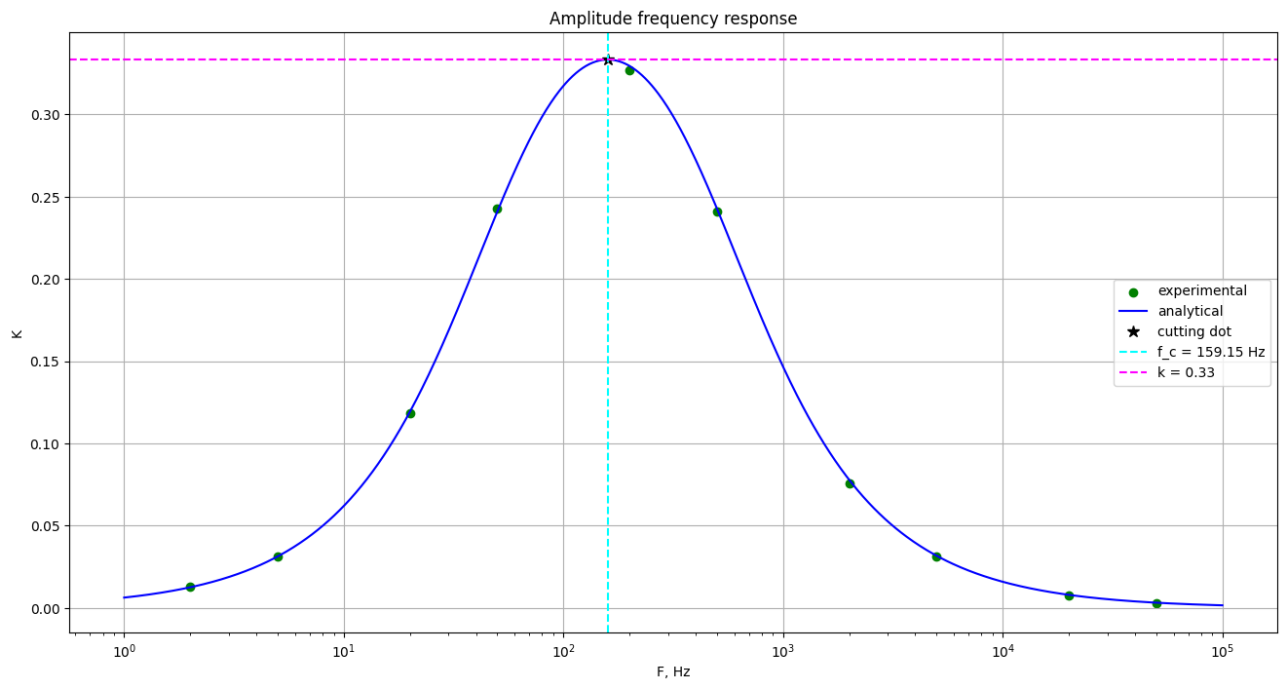


Рис. 11: Амплитудно частотная характеристика полосового (избирательного) фильтра частот RC.

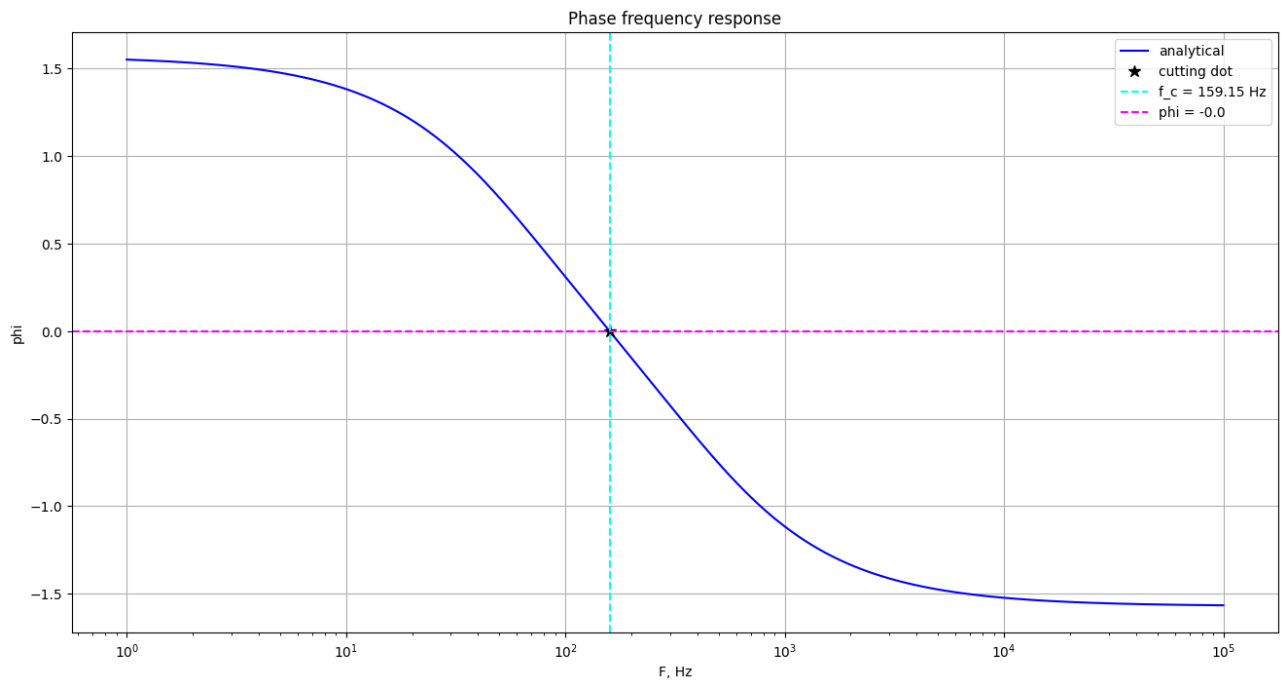


Рис. 12: Фазово частотная характеристика полосового (избирательного) фильтра частот RC.

## Полосовой (широкополосный) RC фильтр

Рассчитаем параметры ПФ для частот среза:

$$f_{c_{start}} = 80 \text{ Hz}, f_{c_{end}} = 15000 \text{ Hz} \Rightarrow \Delta f = f_{c_{end}} - f_{c_{start}} = 14920 \text{ Hz}.$$

Вычислим центральную частоту:

$$f_0 = \sqrt{f_{c_{start}} \cdot f_{c_{end}}} = 1095.5 \text{ Hz}.$$

Определим параметры для нижней границы (фильтра верхних частот):

$$C_1 R_1 = \frac{1}{2\pi f_{c_{end}}} = 0.00001 \Rightarrow C_1 = 0.01, R_1 = 1000.$$

Определим параметры для верхней границы (фильтра нижних частот):

$$C_2 R_2 = \frac{1}{2\pi f_{c_{start}}} = 0.001989 \Rightarrow C_2 = 1, R_2 = 1989.$$

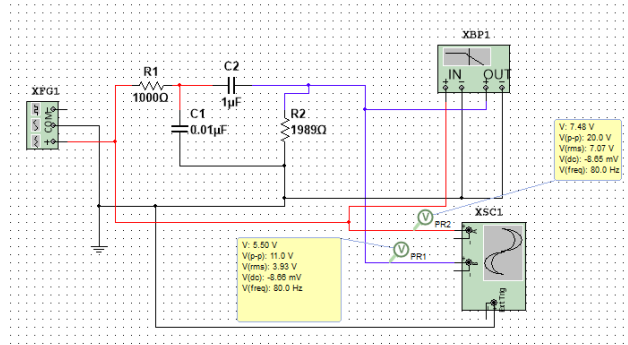


Рис. 13: Схема для исследования полосового (широкополосного) фильтра частот RC.

На вход будем подавать синусоидальный сигнал с амплитудой 10 V.

Приведем АЧХ (с верхними и нижними границами) построенного фильтра:



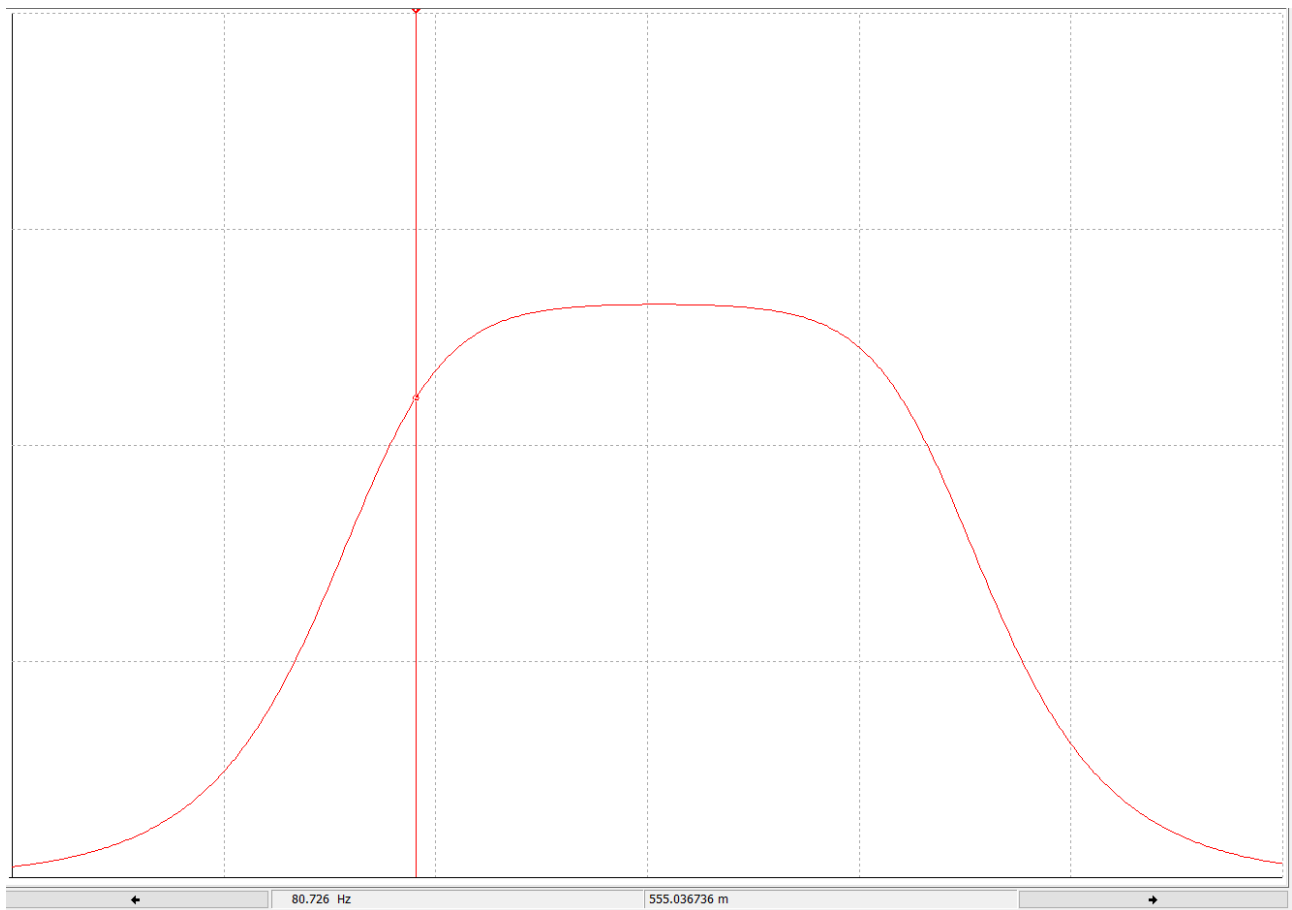


Рис. 14: Осциллограмма полосового (широкополосного) фильтра частот RC с левой границей.

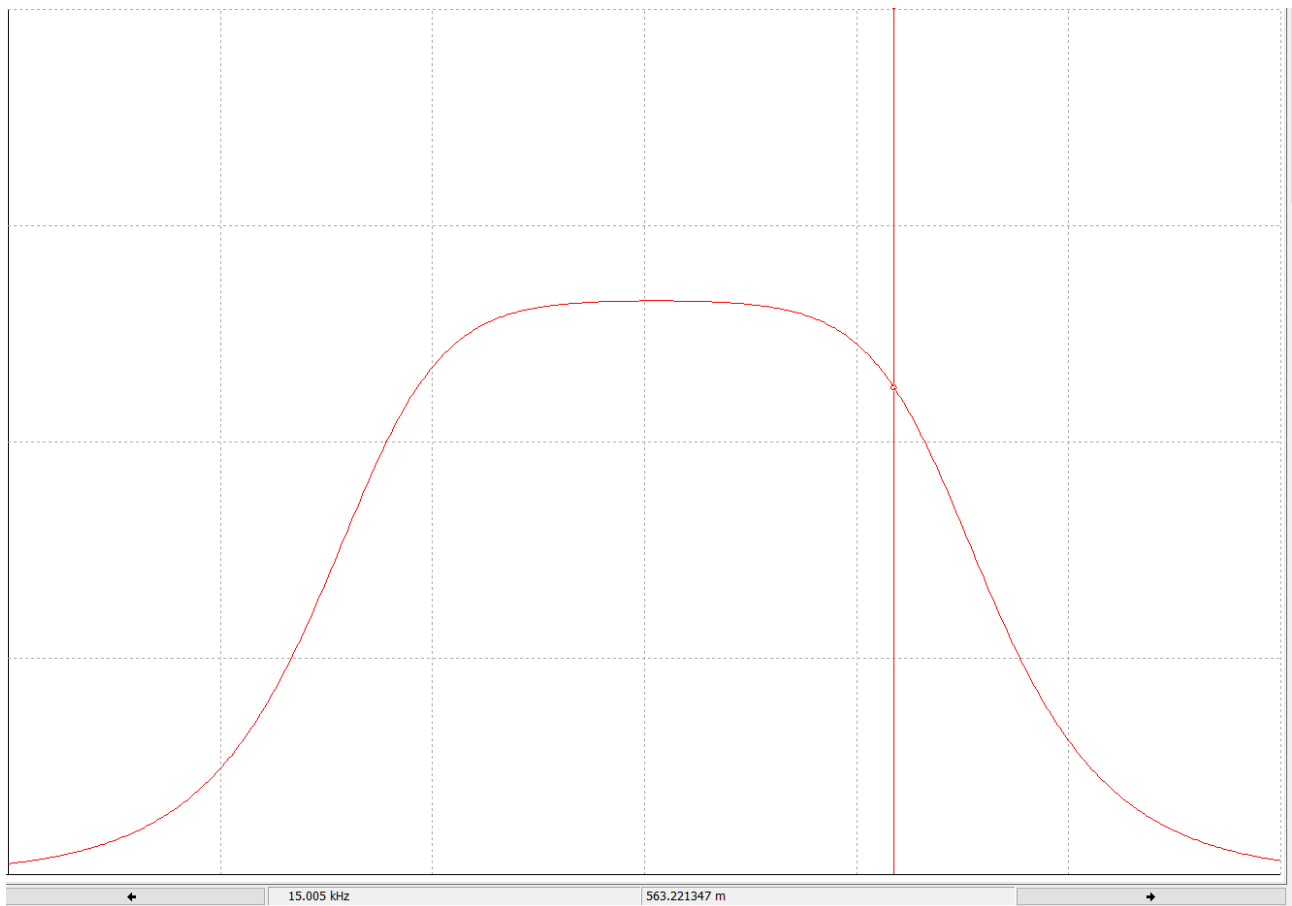


Рис. 15: Осциллограмма полосового (широкополосного) фильтра частот RC с правой границей.

Как видно, расчеты сделаны верно.

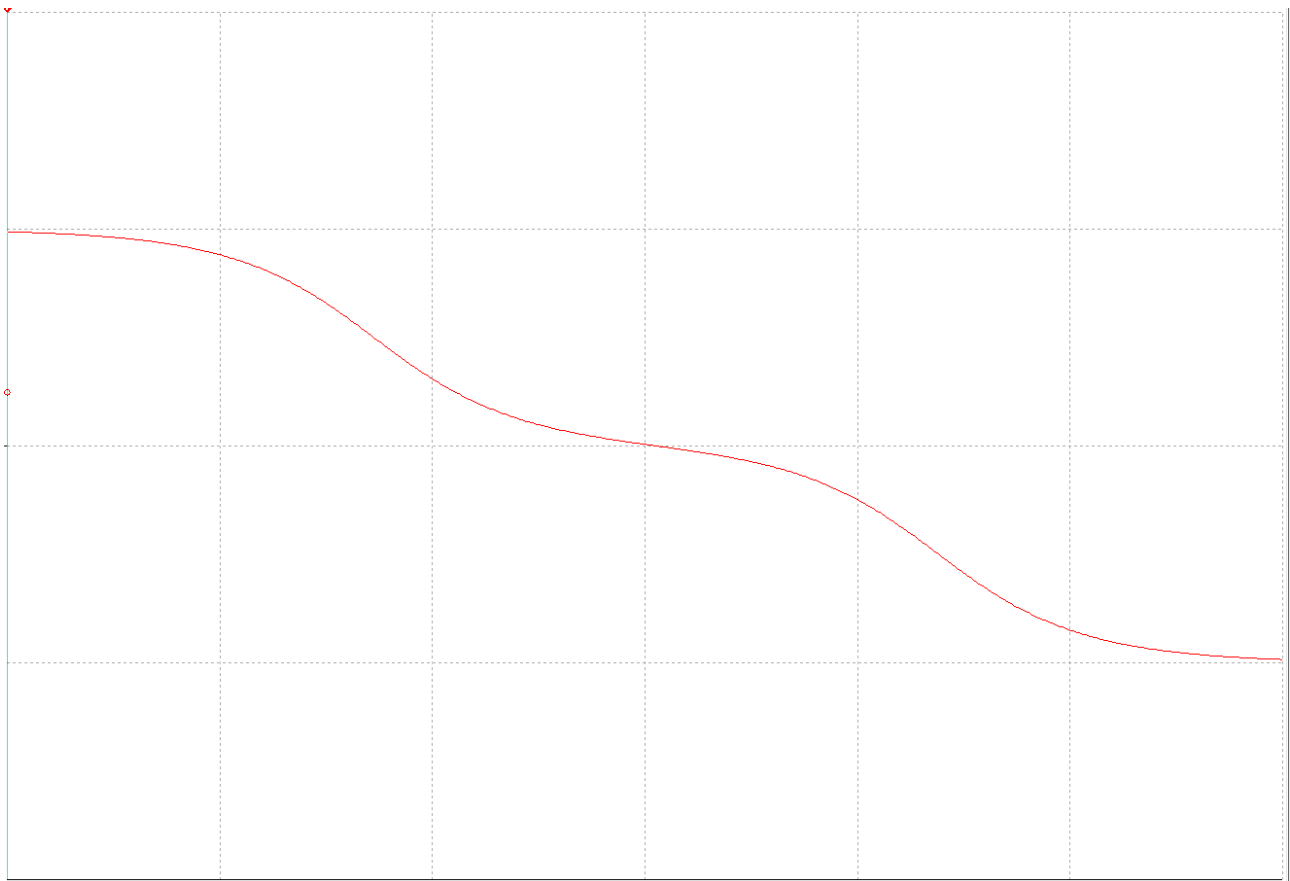


Рис. 16: Фазово частотная характеристика полосового (широкополосного) фильтра частот RC.

## Выводы

В данной работе исследовались электрические фильтры.

Электрическим фильтром называется четырехполюсник, устанавливаемый между источником питания и нагрузкой и служащий для беспрепятственного (с малым затуханием) пропускания токов одних частот и задержки (или пропускания с большим затуханием) токов других частот.

Диапазон частот, пропускаемых фильтром без затухания (с малым затуханием), называется полосой пропускания или полосой прозрачности; диапазон частот, пропускаемых с большим затуханием, называется полосой затухания или полосой задерживания. Качество фильтра считается тем выше, чем ярче выражены его фильтрующие свойства, т.е. чем сильнее возрастает затухание в полосе задерживания.

В качестве пассивных фильтров обычно применяются четырехполюсники на основе катушек индуктивности и конденсаторов. Возможно также применение пассивных RC-фильтров, используемых при больших сопротивлениях нагрузки.

В работе последовательно исследовались: фильтр нижних частот, фильтр верхних частот, полосовой (избирательный) фильтр частот, а также полосовой (широкополосный) фильтр частот.

Для каждого случая была сконструирована схема моделирования, найдено 10 значений входного и выходного напряжений на компоненте (при различных входных частотах). За-

тем были построены АЧХ и ФЧХ фильтров и найдены частоты срезов.