Исследование фильтров и в среде Proteus

Компьютерные технологии в приборостроении

Сницарук Дмитрий Геннадьевич, кафедра «Электротехника», ВолгГТУ

Цель работы

Изучить инструментарий для исследования электрических схем. Научиться строить АЧХ и спектр сигнала.

Типы фильтров

Фильтр высоких частот — ослабляет (обычно значительно) амплитуды гармонических составляющих сигнала выше частоты среза.

Фильтр низких частот — ослабляет (обычно значительно) амплитуды гармонических составляющих сигнала ниже частоты среза.

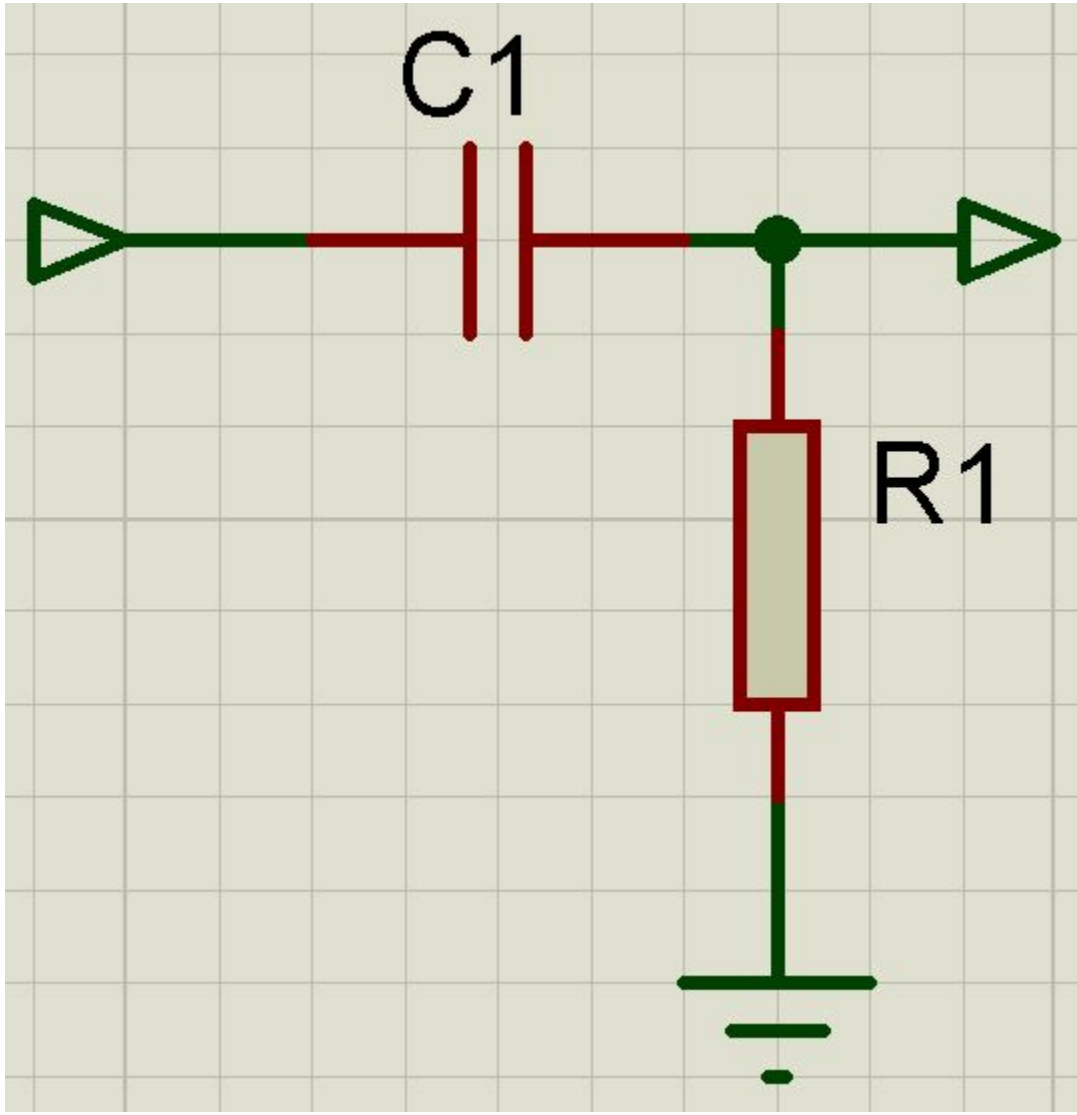
Полосовой фильтр — ослабляет (обычно значительно) амплитуды гармонических составляющих сигнала выше и ниже некоторой полосы.

Режекторный фильтр — ослабляет (обычно значительно) амплитуды гармонических составляющих сигнала в определённой ограниченной полосе частот.

Фильтр верхних частот (ФВЧ)

Формула для определения частоты среза:

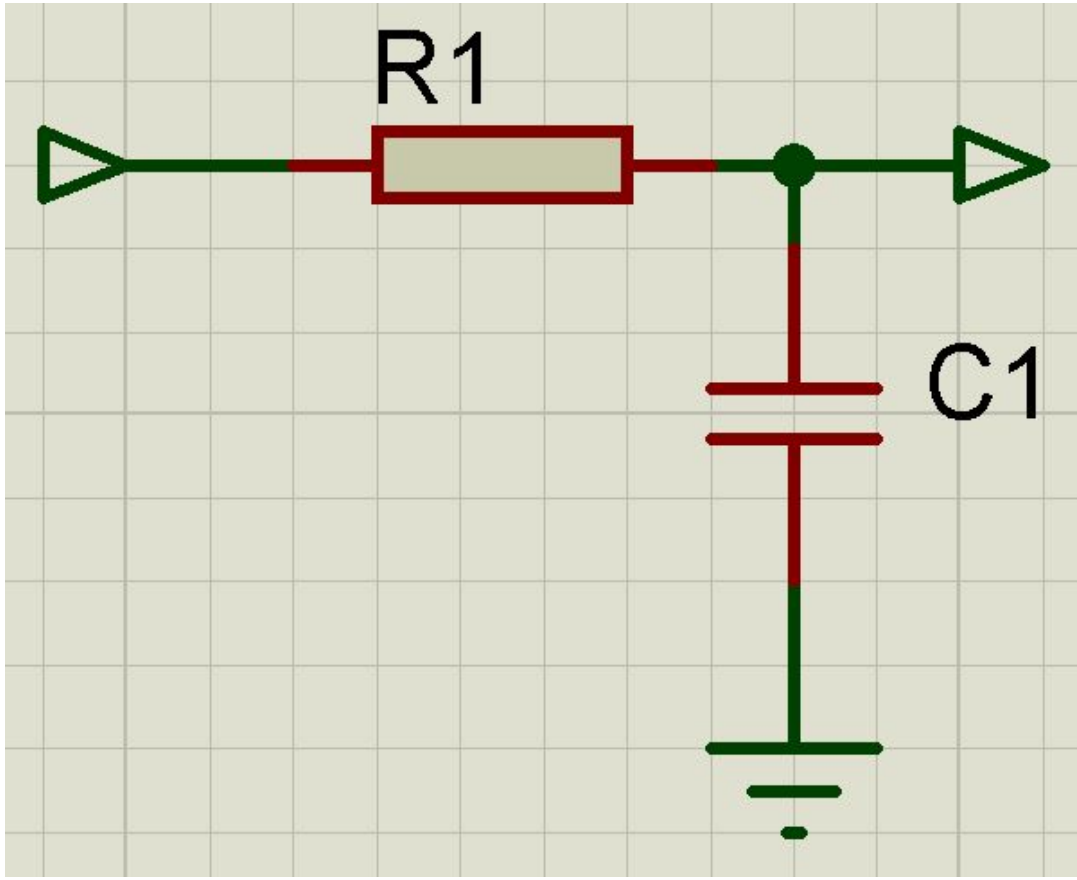
$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \text{ Гц}$$



Фильтр нижних частот (ФНЧ)

Формула для определения частоты среза:

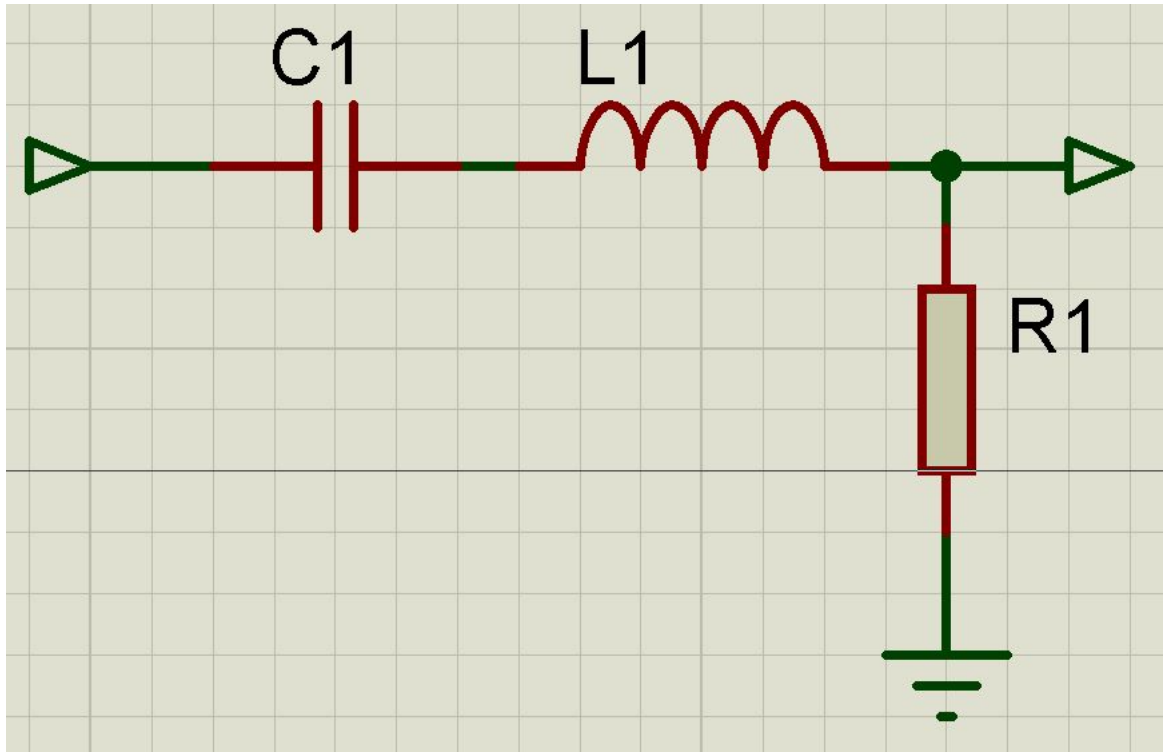
$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \text{ Гц}$$



Полосовой фильтр (ПФ)

Формула для определения частоты среза:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ Гц}$$



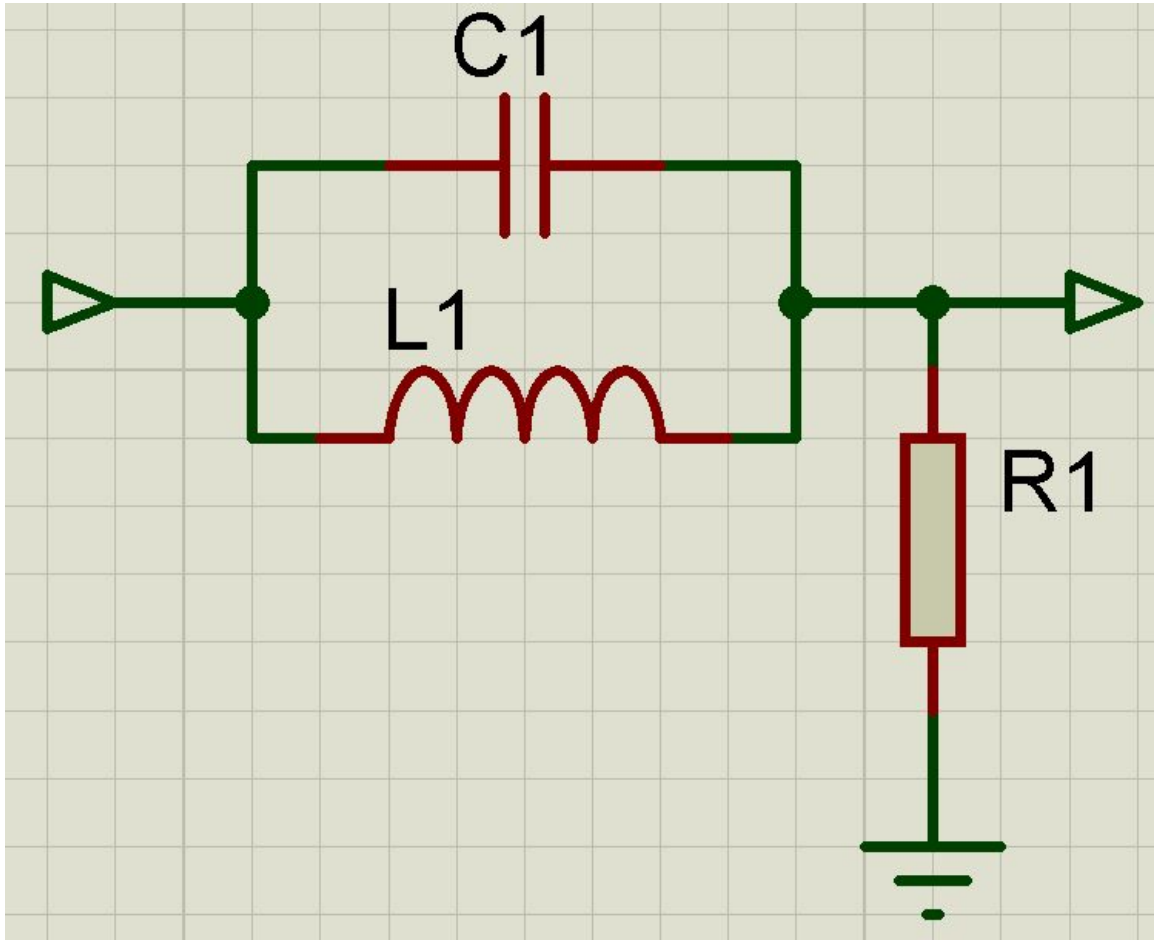
Новый элемент: INDUCTOR

С помощью резистора настраивается степень среза

Полосно-заграждающий фильтр (*режекторный фильтр*) (ПЗФ)

Формула для определения частоты среза:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ Гц}$$



Новый элемент: INDUCTOR

С помощью резистора настраивается степень среза

Как построить АЧХ фильтра

Для примера возьмем RC-фильтр верхних частот, настроенный на частоту 318 Гц. Для этого необходимо рассчитать номиналы.

f_0 = 318 Гц;

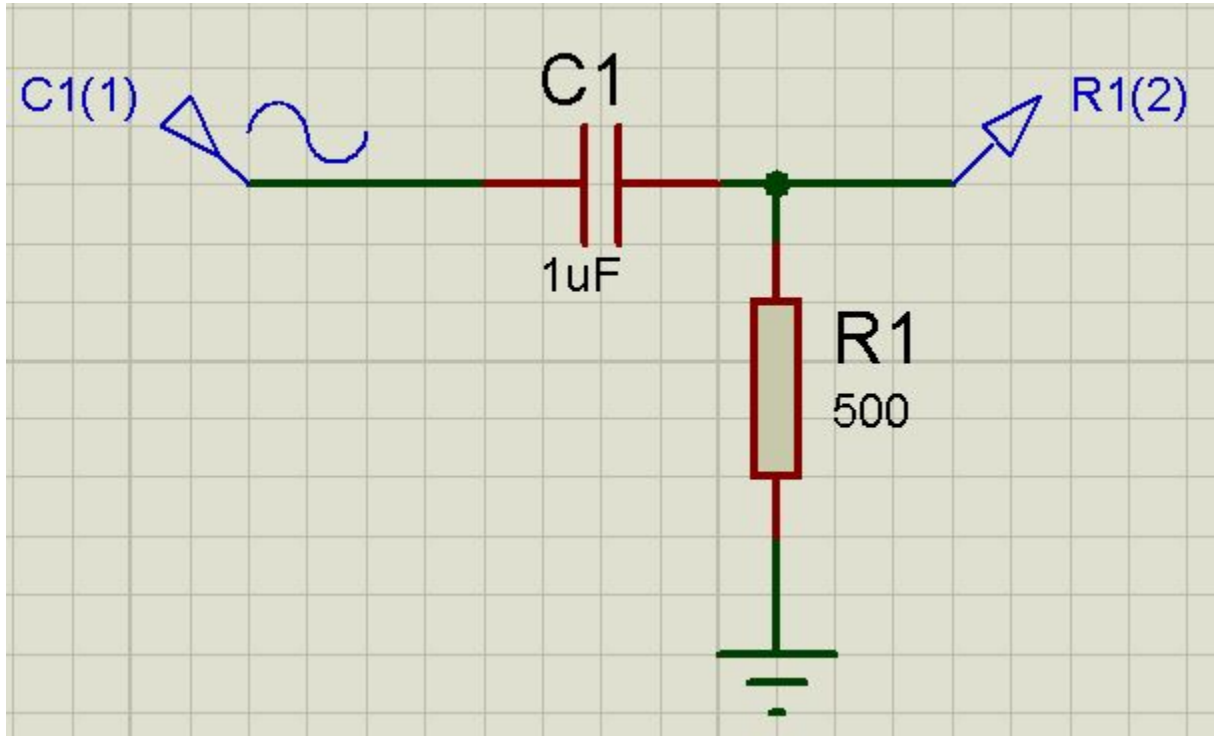
R = 500 Ом;

C = 1 мкФ.

Соберем данную схему в ISIS.

На вход подаем источник гармонического сигнала.

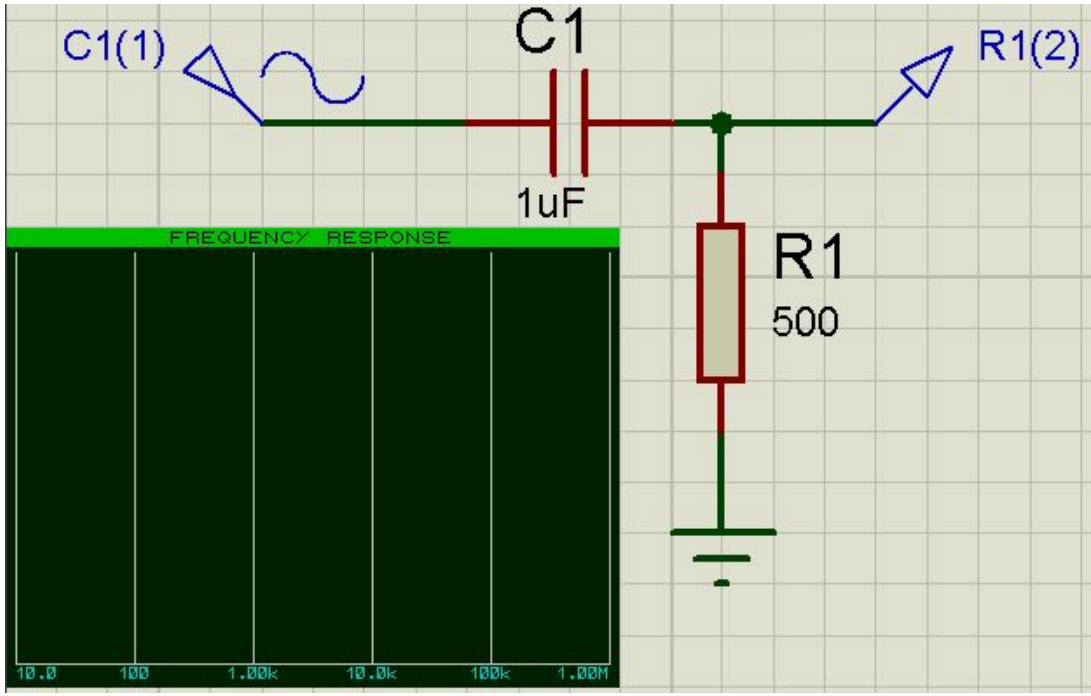
На выход устанавливаем Voltage Probe



Как построить АЧХ фильтра

Теперь необходимо выбрать FREQUENCY из Graph mode и разместить данный график на свободном месте. Для этого после выбора нажмите ЛКМ на месте где будет верхний левый угол, переместите курсор в то место где будет нижний правый угол и снова нажмите ПКМ. Получим такой вот график.

Перейдем к настройке.

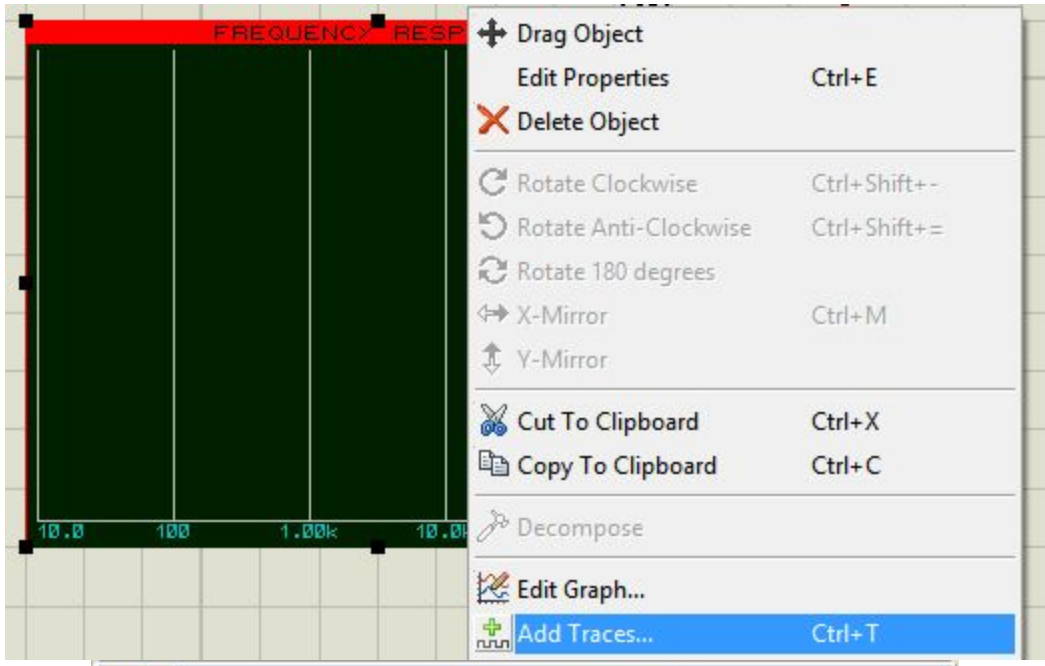


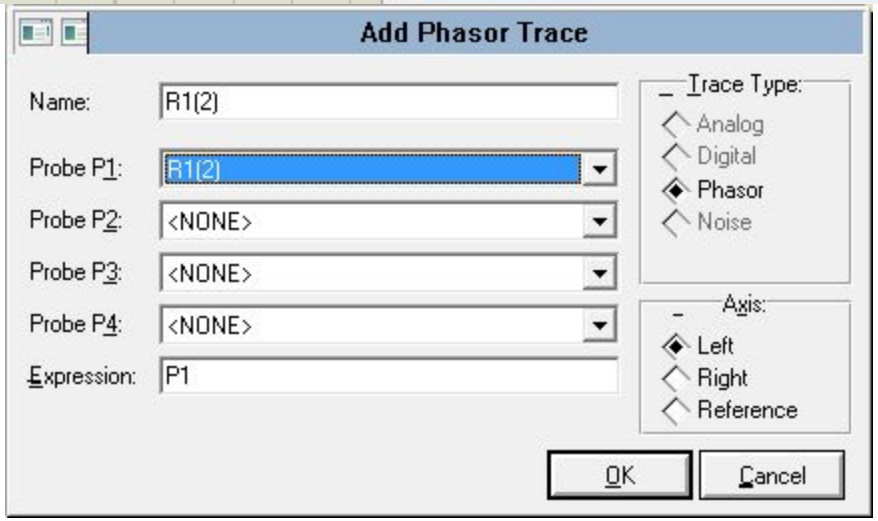
Как построить АЧХ фильтра

Нажмите ПКМ на графике и выберите Add traces.

В появившемся выберите PROBE 1 – R1(2)

Нажмите OK. График немного изменится.

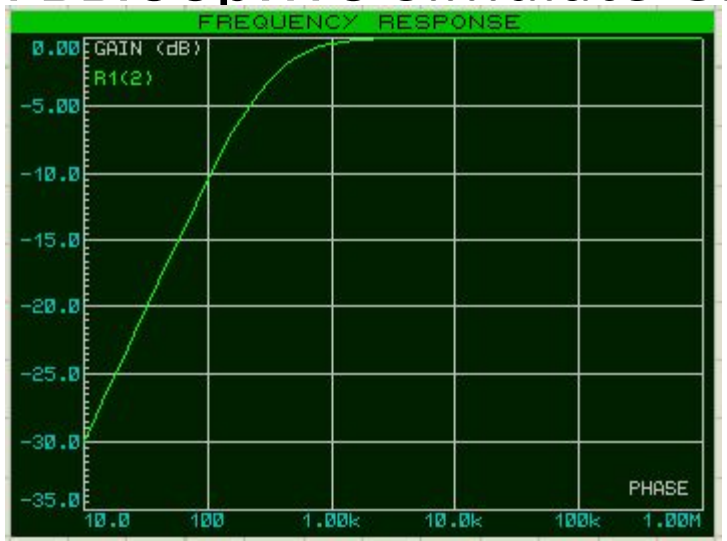


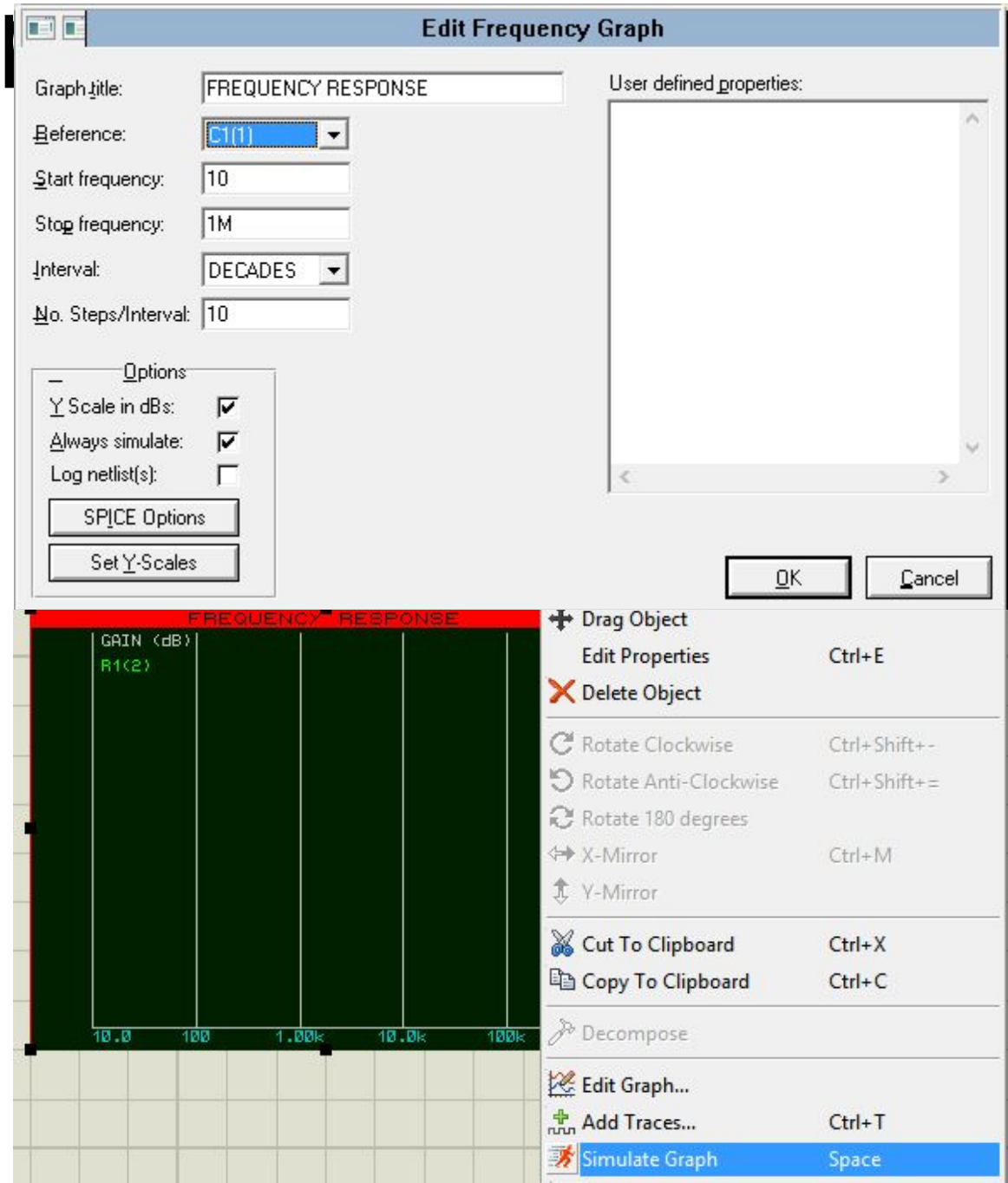


Как построить АЧХ фильтр

Теперь нажмите двойным щелчком ЛКМ по графику. В появившемся окне необходимо настроить следующим образом. Мы выбрали источник сигнала.

Нажимаем ОК. Теперь запускаем расчет. Для этого нажмите ПКМ на графике и выберите Simulate Graph:





Спектр сигнала

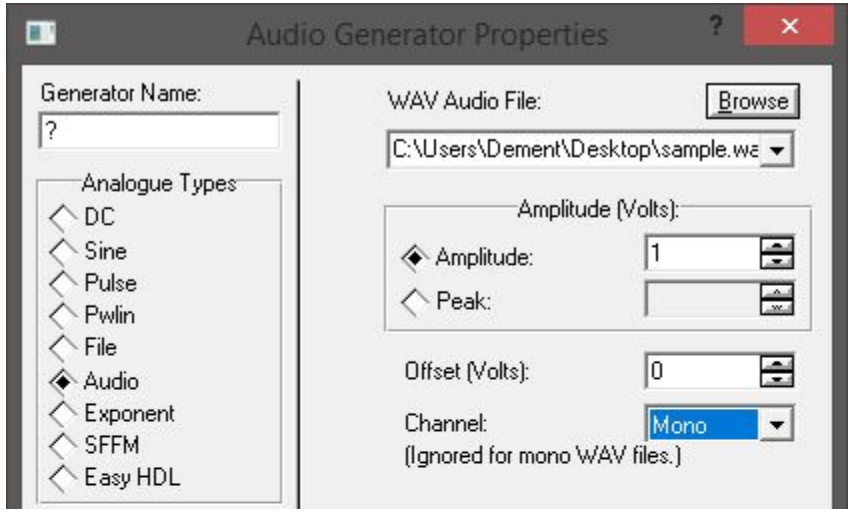
Теперь более продвинутая ботва. Научимся строить спектры сигналов. Для этого нужно будет изучить сразу несколько фишек. Во-первых научимся вгружать звуковые файлы в Proteus, во-вторых построим спектры исходного сигнала и фильтрованного.

Я не знаю, что там сейчас модно у молодежи, так что портить мы кусок мною записанной песни, чтоб не воровать чужую музыку.

Отрывок этой песни находится в папке лабораторной работы.

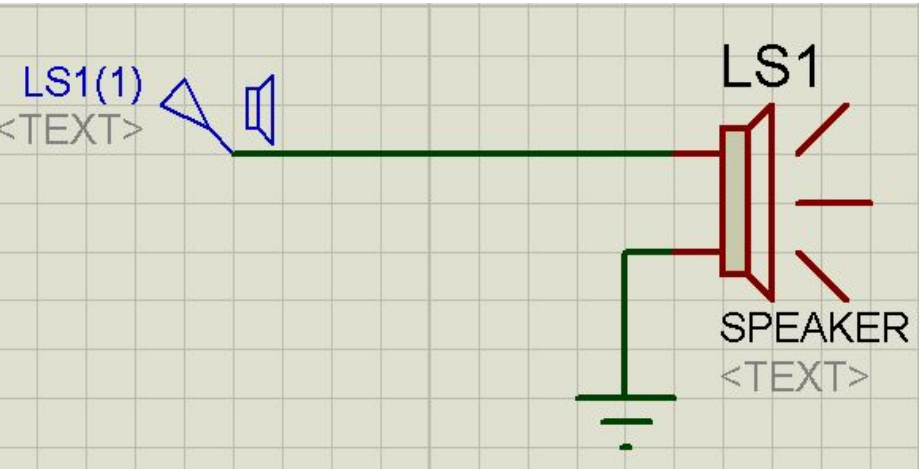
Следует отметить, что Proteus способен схавать только файлы формата wav, так что если дома захотите добиться с помощью Proteus нормального звучания какой-нибудь условной Гречки – вам необходимо найти конвертер с mp3 в wav (https://www.online-convert.com/ru/result/6cbe1851-3c8e-457a-8cea-0e893dd2a067 - тут в принципе все неплохо работает)

Спектр сигнала



Теперь добавляем источник сигнала AUDIO, заходим к нему в настройки и настраиваем, как на скриншоте: в первой строке – путь до файла (можно нажать Browse и в диалоге его выбрать) Остальное пока не меняем.

Теперь найдите в библиотеке Speaker, добавьте на рабочее поле и соберите по схеме ниже.

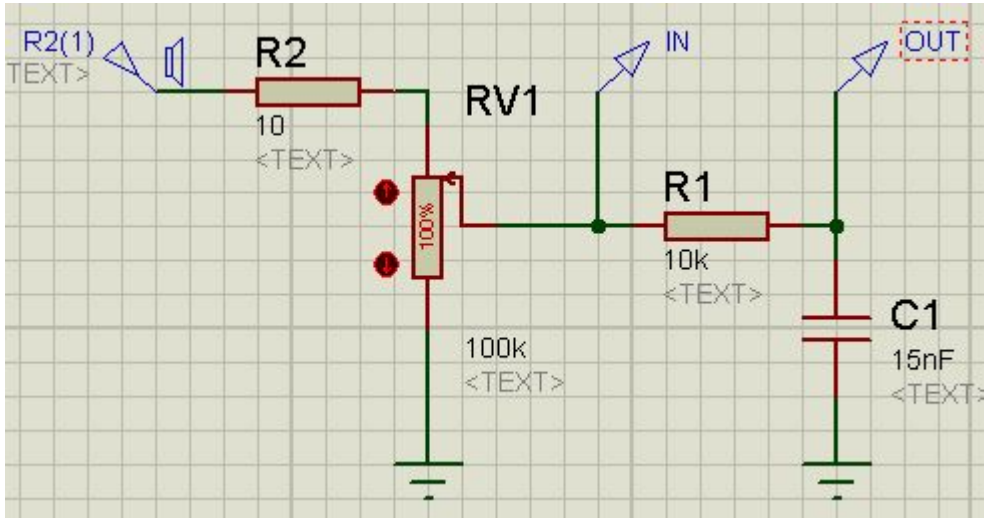


Спектр сигнала

Если есть проводные наушники со штекером 3.5 – можете воткнуть их в комп, настроить громкость, включить симуляцию и музон послушать (лучше не слушать, честное слово).

Теперь давайте соберем схему, состоящую из регулятора громкости и фильтра высоких частот.

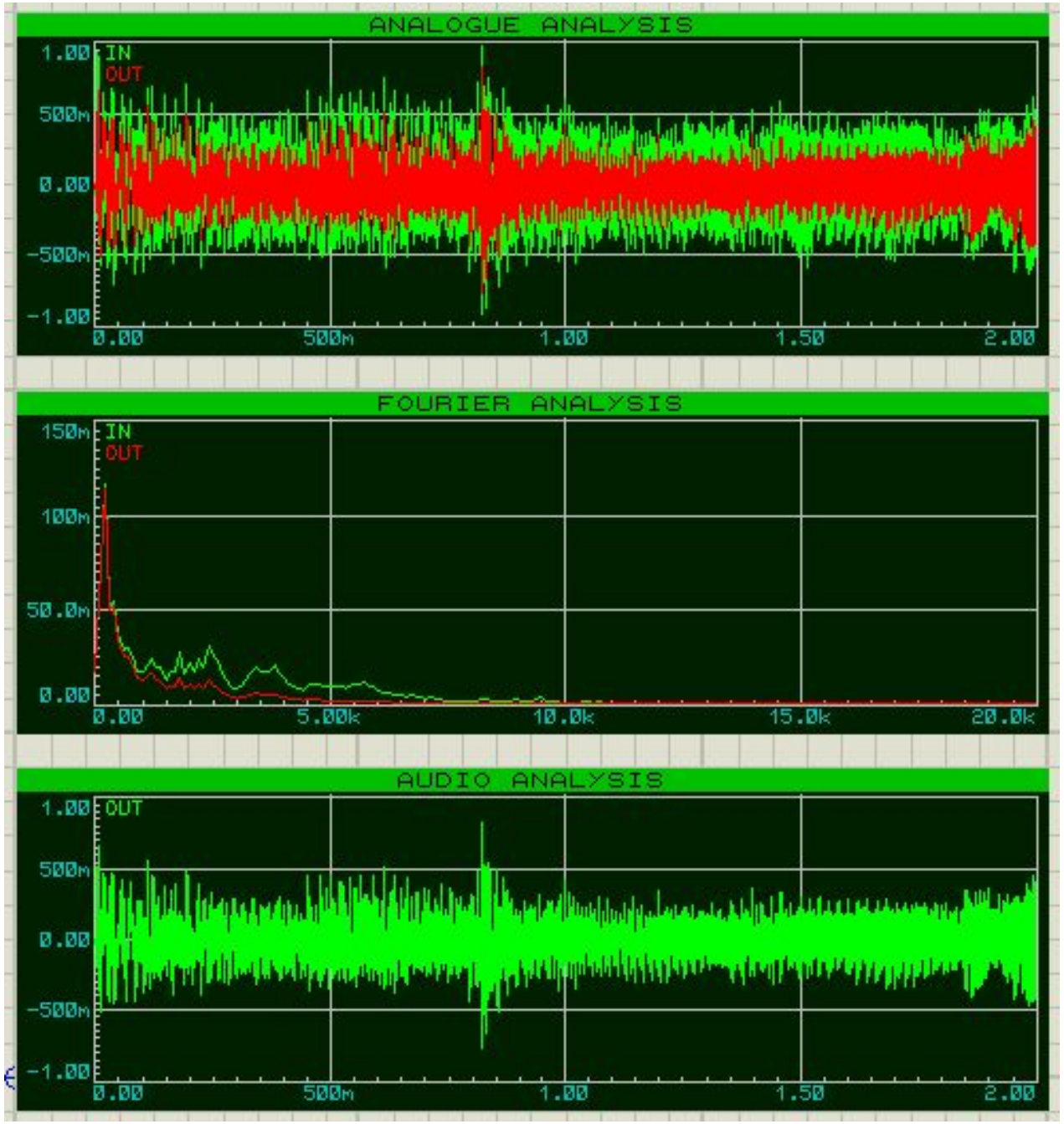
IN и OUT – это Voltage Probe. Можете запустить и ничего не произойдет. В онлайн режиме Proteus со звуком работает не очень хорошо.



Спектр сигнала

Теперь добавим графиков. Нам понадобится Analogue, Fourier и Audio. Добавьте все 4 и далее мы их настроим.

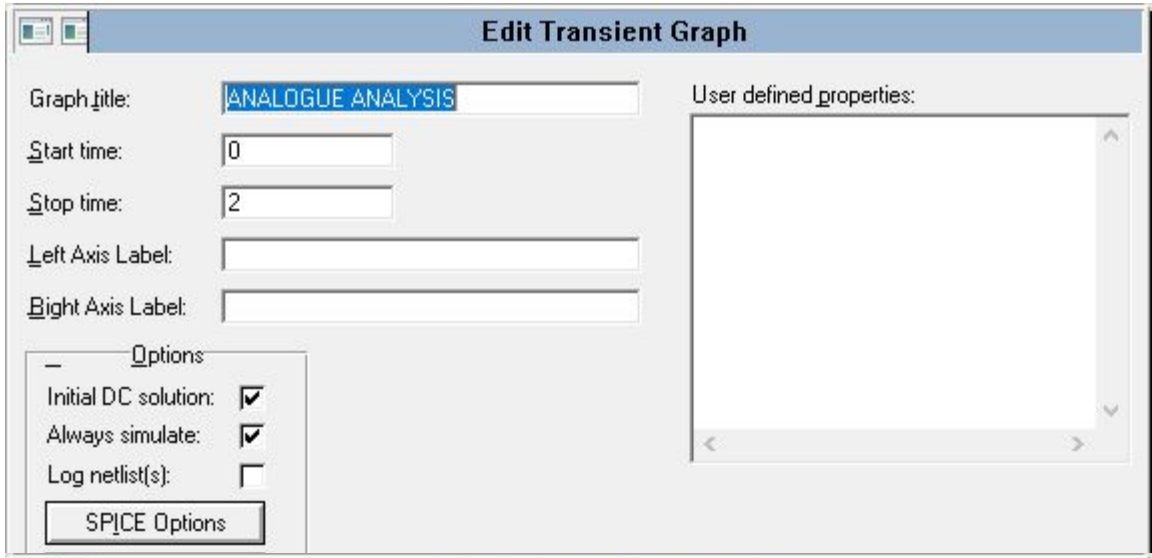
(На картинке уже спойлер с результатами моделирования)



Спектр сигнала

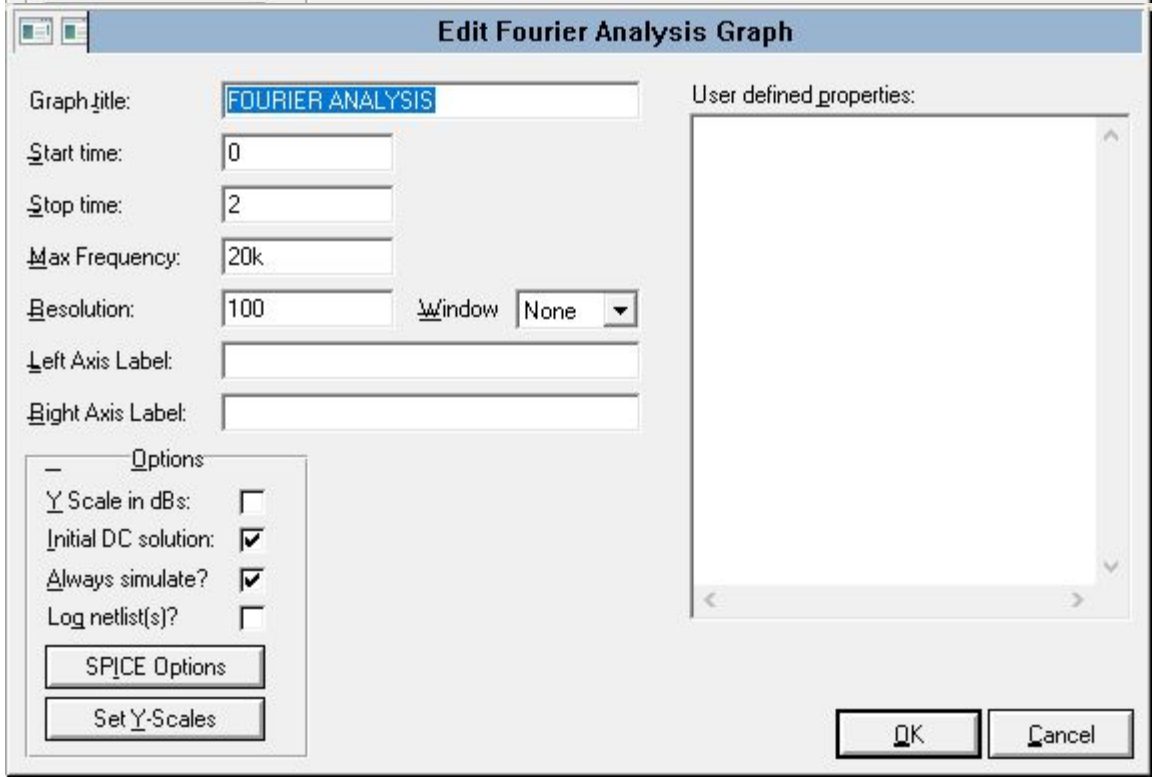
Настройки для аналогового режима □

Добавляем оба пробника в Trace (и IN и OUT)



Настройки для преобразования Фурье □

Добавляем оба пробника в Trace (и IN и OUT)



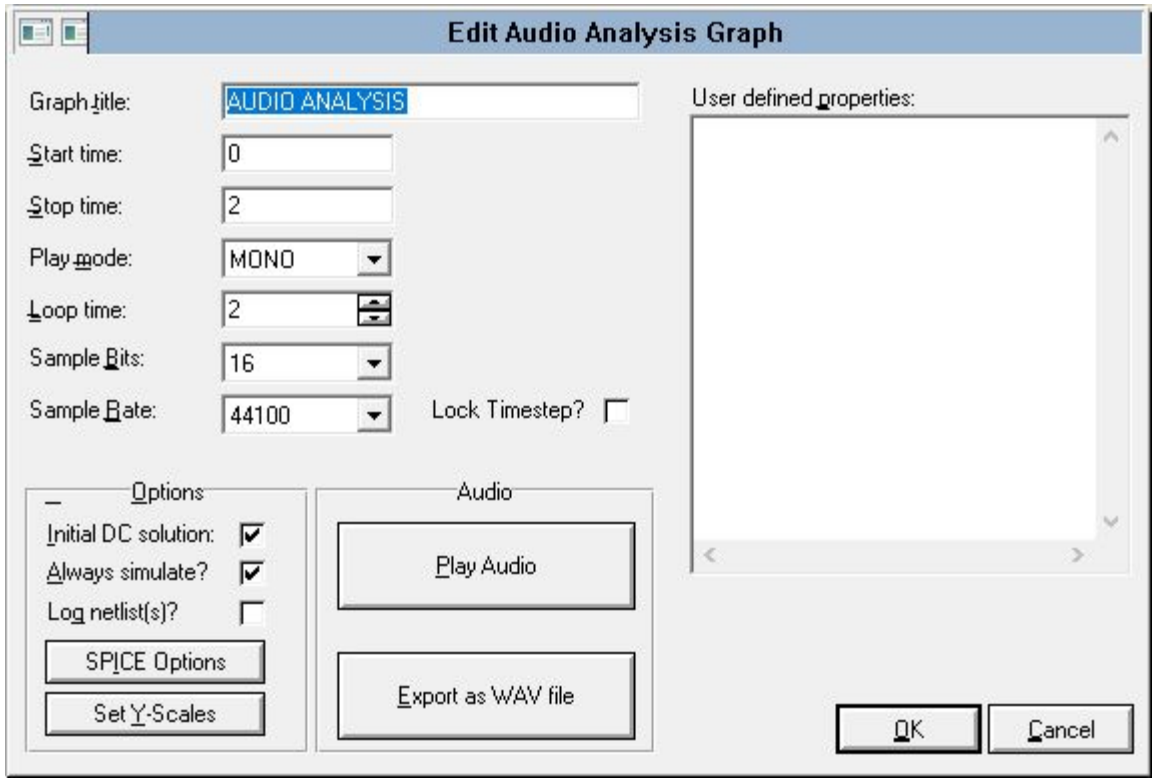
Спектр сигнала

Настройки для аудио режима □

В Trace добавляем выходной пробник.

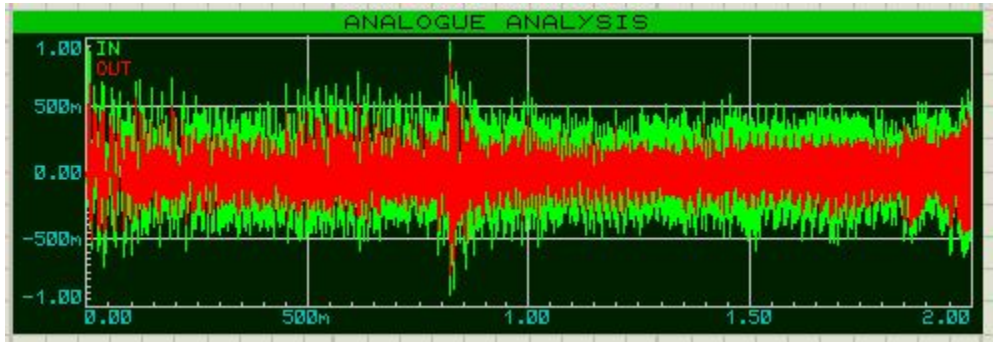
Все, можно просимулировать отдельно каждый режим и получить картинки как на 15-м слайде. Если не вышло – зовите преподавателя.

Давайте теперь проанализируем что у нас тут получилось

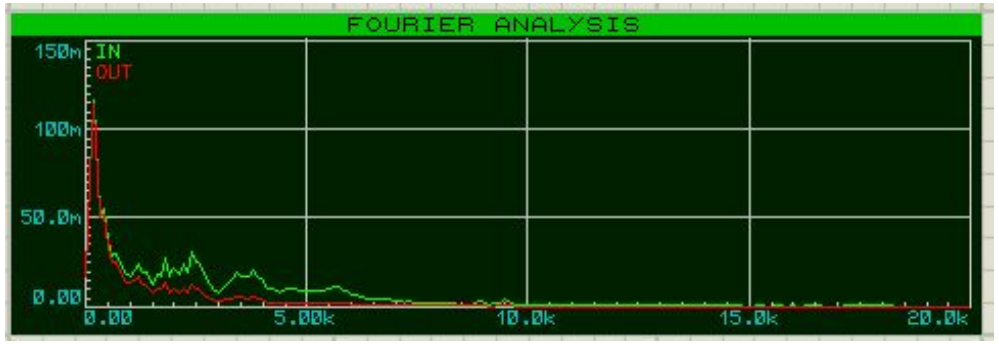


Спектр сигнала

На первом графике мы видим зеленых исходный сигнал и красный результирующий – после фильтра амплитуда в целом просела

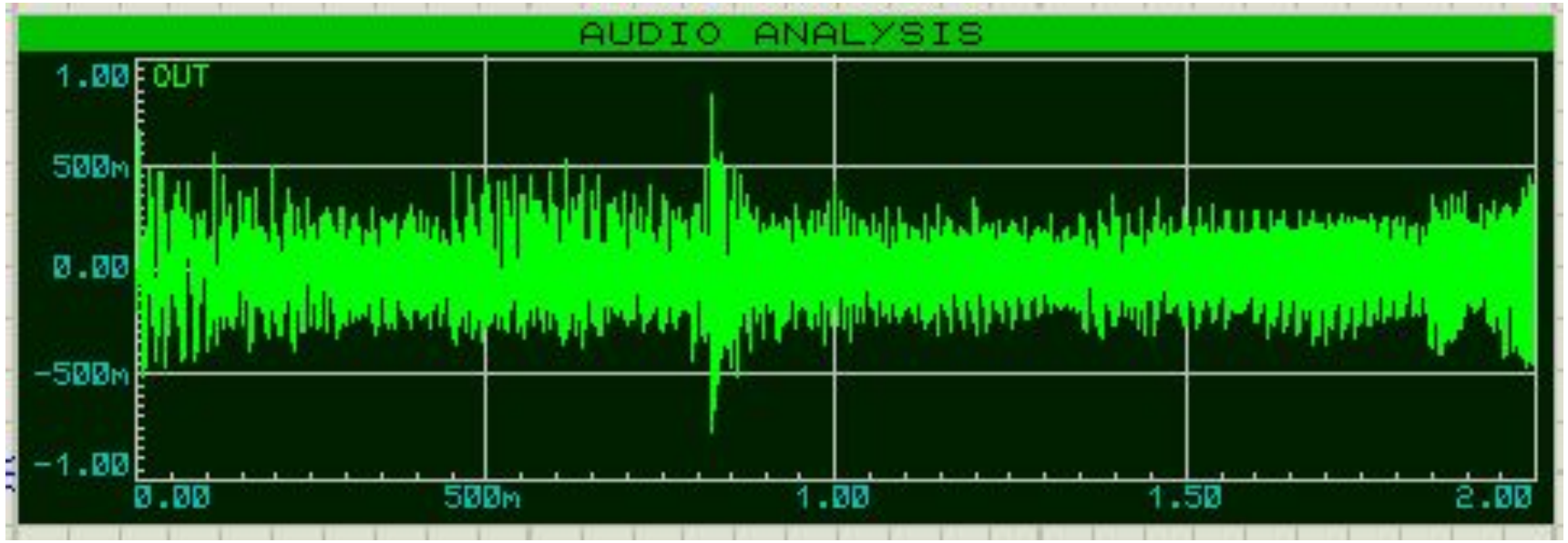


На втором графике мы видим работу фильтра низких частот, хорошо видно что, высокие частоты выше 1 кГц значительно просели (а теперь посчитайте частоту среза нашего фильтра на схеме)



Спектр сигнала

Если мы запустим симуляцию аудио-режима то проиграется 2 с фрагмент трека который мы загрузили. Для чистоты эксперимента можете сделать еще один аудио график и в Trace добавить уже пробник IN. Явно слышно, как звук стал намного глуше. Это означает что наш фильтр работает.



Задание

Построить все пассивные фильтры с частотами среза по вариантам.

1 вариант: 500 Гц

2 вариант: 1 кГц

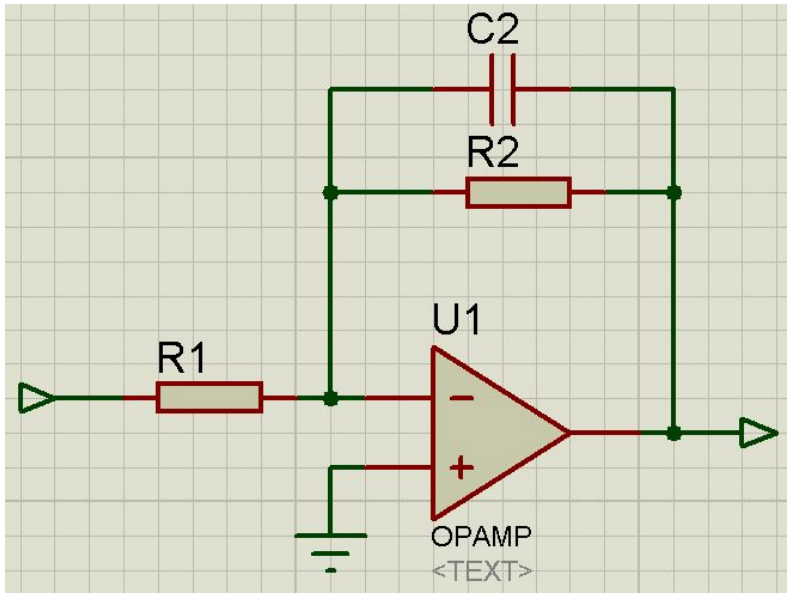
3 вариант: 5 кГц

4 вариант: 10 кГц

Построить их АЧХ, схемы и графики занести в протокол.

Подать на вход фильтра звуковой файл (любой, можно предложенный), построить на одном графике входной и выходной сигнал и спектр по фурье входного и выходного сигнала на одном графике.

Активные фильтры

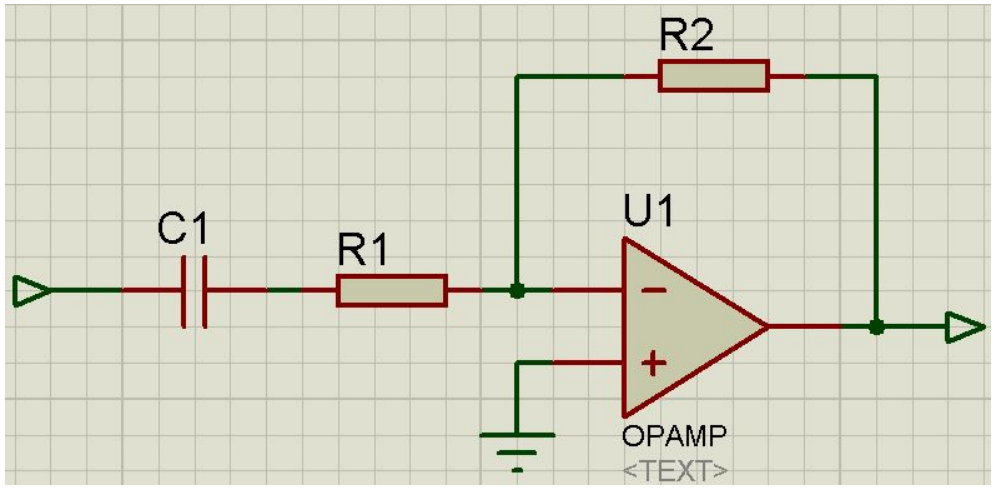


ФНЧ.

Формулы:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi R_2 C_2}$$

$$K = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} = -\frac{R1}{R2}$$



ФНЧ.

Формулы:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

$$K = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} = -\frac{R2}{R1}$$

Задание

Построить все активные фильтры с частотами среза по вариантам.

1 вариант: 500 Гц

2 вариант: 1 кГц

3 вариант: 5 кГц

4 вариант: 10 кГц

Построить их АЧХ, схемы и графики занести в протокол.

Подать на вход фильтра звуковой файл (любой, можно предложенный), построить на одном графике входной и выходной сигнал и спектр по фурье входного и выходного сигнала на одном графике.

Треугольник – это операционный усилитель (OPAMP компонент).

Содержание отчета

1) Шапка.
2) Цель работы.
3) 1 часть:

- Схемы пассивных фильтров по вариантам с указанием частот и элементов.
- Графики АЧХ.
- Графики выходного аудио-сигнала и график спектра

4) 2 Часть

- Схемы активных фильтров по вариантам с указанием частот и элементов.
- Графики АЧХ.
- Графики выходного аудио-сигнала и график спектра