

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА РАБОТА  
ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1 Исследовать фильтр нижних частот Чебышева и фильтр верхних частот Чебышева.
- 1.2 Развить навыки работы с программой Electronics Workbench 5.0.

2 ЛИТЕРАТУРА

- 2.1 Добротворский И.Н. Теория электрических цепей. – М.: Радио и связь, 1989. – С. 430...432.
- 2.2 Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC – М.: Солон-Р, 1999. – С. 22...50.

3 ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- 3.1 Изучить по [2.1] тему “Электрические фильтры”
- 3.2 Подготовить ответы на вопросы самопроверки.
- 3.3 Подготовить бланк отчета (см. раздел 7).
- 3.4 Выполнить расчеты домашнего задания:
  - 3.4.1 Рассчитать порядок и элементы фильтра нижних частот (ФНЧ) Чебышева по следующим данным: частота среза  $f_{cp} = (10 + 0.5N)$  кГц, где  $N$ - номер записи студента в учебном журнале;  $a_s = 80$  дБ,  $f_s = 30$  кГц,  $\Delta a = 1$  дБ,  $R_n = 1000$  Ом. Начертить схему фильтра полученного порядка.
  - 3.4.2 Рассчитать порядок и элементы фильтра верхних частот (ФВЧ) Чебышева по следующим данным: частота среза  $f_{cp} = (30 + 0.5N)$  кГц, где  $N$ - номер записи студента в учебном журнале;  $a_s = 24$  дБ,  $f_s = 20$  кГц,  $\Delta a = 1$  дБ,  $R_n = 600$  Ом. Начертить схему фильтра полученного порядка.

4 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- 4.1 Укажите назначение фильтров нижних и верхних частот, изобразите их частотные характеристики.
- 4.2 Что называется полосой пропускания, полосой задерживания и частотой среза фильтра?
- 4.3 Укажите назначение полосовых и режекторных фильтров, изобразите их амплитудно-частотные характеристики.
- 4.4 Какие радиоэлементы используются для построения ФНЧ и ФВЧ, как они включаются и почему?
- 4.5 Как получить схему полосового фильтра ( ПФ) Баттерворта, Чебышева?
- 4.6 Поясните работу полосового и режекторного фильтров Баттерворта.
- 4.7 Как произвести расчет ФНЧ, ФВЧ и ПФ Баттерворта?

4.8 Укажите особенности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) ФНЧ Чебышева по сравнению с (АЧХ) ФНЧ Баттерворта.

4.9 Как влияет порядок фильтра на крутизну амплитудно-частотной характеристики?

4.10 Отличаются ли схемы фильтров Чебышева от схем такого же порядка фильтров Баттерворта?

## 5 АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

5.1 Рабочая станция локальной сети (персональный компьютер).

5.2 Графический манипулятор мышь.

5.3 Программа Electronics Workbench 5.0.

## 6 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

6.1 Проверка подготовки студентов к лабораторной работе по вопросам самопроверки.

6.2 Получить инструктаж по технике безопасности.

**ВНИМАНИЕ!** Аккуратно обращайтесь с персональным компьютером и его периферийными устройствами. Соблюдайте требования эргономики. Проверьте наличие заземления устройств.

6.3 Включить персональный компьютер, для этого:

6.3.1 Включить рабочую станцию компьютерной сети с помощью сетевого переключателя на системном блоке “Power”.

6.3.2 Наблюдать загрузку компьютера.

6.3.3 Набрать на клавиатуре цифру 1 – загрузка с локального диска.

6.3.4 Для входа в систему нажать Ctrl + Alt + Delete.

6.3.5 После появления окна “Вход в систему” нажать Enter.

6.3.6 Наблюдать выход компьютера в операционную среду Windows.

6.3.7 Два раза щёлкнуть манипулятором мышь на ярлык “Мой компьютер”.

6.3.8 Выбрать диск D: найти папку Work, затем папку EWB 512 (программа Electronics Workbench 5.0); открыть файл WEWB 32. Получить изображение стандартного окна программы.

6.4 Провести исследование фильтра нижних частот Чебышева, для чего:

6.4.1 Собрать схему исследования ФНЧ Чебышева (рисунок). Для этого из библиотек программы достать необходимые элементы. Элемент переносится из каталога на рабочее поле движением мыши при нажатой левой кнопке, после чего кнопка отпускается. После того, как все необходимые элементы будут вызваны из библиотек, произвести соединение их выводов проводниками.

Для соединения необходимо нажать левую клавишу манипулятора мышь в точке соединения в момент появления стрелки. Удерживая клавишу, перемещать манипулятор мышь по коврику.

Отпустить клавишу необходимо в момент появления другой точки в нужном месте соединения. Появляющаяся линия – подтверждение правильности соединения. Аналогично включить все элементы фильтра.

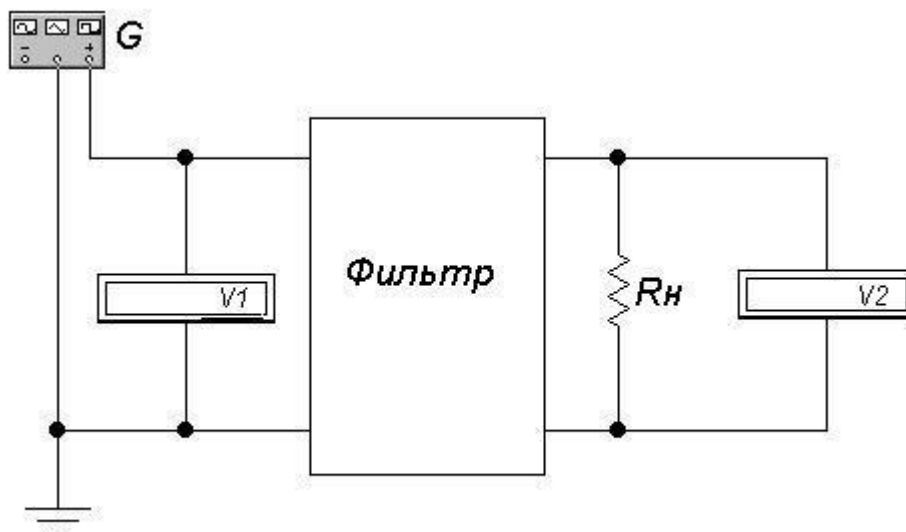


Рисунок Схема для исследования ФНЧ и ФВЧ Чебышева.

В данной схеме используются:

$V1$  – вольтметр (показывают действующее значение входного напряжения);

$V2$  – вольтметр (показывают действующее значение выходного напряжения);

$G$  – генератор сигнала - (генерирует сигналы различной частоты и длительности синусоидальной, треугольной и прямоугольной формы).

*Фильтр* – рассчитанный в домашнем задании (см. п.п. 3.4.1, 3.4.2).

6.4.2 Установить значение  $R_n$  согласно п. 3.4.1 данного методического руководства. Чтобы установить значение элемента, надо два раза щёлкнуть левой клавишей манипулятора мышь на изображение элемента и поменять его значение в раскрывшемся окне. Нажать “ОК”, окно закроется, значение элемента изменится.

6.4.3 Установить в вольтметрах режим измерения переменного тока. Для чего щёлкнуть манипулятором мышь два раза на изображение элемента и в раскрывшемся окне, выбрать режим (Mode) –  $AC$  (переменный ток).

6.4.4 Щёлкнув два раза на изображение генератора, установить режим генерации синусоидальных импульсов, нажав на соответствующее изображение в раскрывшемся окне лицевой панели генератора.

6.4.5 Установить частоту (frequency) равной  $f_{cp}$ , рассчитанной в п. 3.4.1, амплитуду (amplitude)  $5B$ , длительность импульса (duty cycle) 50% от периода, постоянную составляющую (offset) сигнала на выходе генератора равной нулю, изменяя эти данные в окошках напротив параметров в раскрывшемся окне лицевой панели генератора.

6.4.6 Снять амплитудно-частотную характеристику ФНЧ Чебышева:

6.4.6.1 Включить режим анализа схемы, щелкнув манипулятором мышь на изображение  $I$  включателя, расположенного в правом верхнем углу панели инструментов.

6.4.6.2 Нажать манипулятором мышь надпись Pause на панели инструментов для того, чтобы остановить анализ работы схемы, или нажать левой клавишей манипулятора мышь на изображение  $O$  в правом верхнем углу окна.

6.4.6.3 Снять показания вольтметра  $V1$  - входное напряжение  $U_{вх}$ ,  $V2$  – выходное напряжение  $U_{вых}$ . Показания занести в таблицу 1.

6.4.6.4 Изменяя частоту генератора согласно таблицу 12.1, снимать показания вольтметра  $V2$ . Полученные данные занести в таблицу 12.1.

6.4.6.5 По результатам измерений вычислить рабочее затухание фильтра  $a_p$ , дБ. Данные занести в таблицу 1.

6.4.6.6 По результатам вычислений построить график зависимости  $a_p = F(f)$ . На характеристике показать полосу пропускания. Сравнить полученную характеристику полосового фильтра Чебышева с характеристикой полосового фильтра Баттерворта.

Таблица 1

Экспериментальные и расчетные данные исследования ФНЧ Чебышева

$f, \text{кГц}$	$U_{вых}, \text{В}$	$a_p, \text{дБ}$	$U_{вх}, \text{В}$
$f_{cp}-6 \text{ кГц} =$			
$f_{cp}-4 \text{ кГц} =$			
$f_{cp}-2 \text{ кГц} =$			
$f_{cp} =$			
$f_{cp}+2 \text{ кГц} =$			
$f_{cp}+4 \text{ кГц} =$			
$f_{cp}+6 \text{ кГц} =$			
$f_{cp}+8 \text{ кГц} =$			
$f_{cp}+10 \text{ кГц} =$			
$f_{cp}+12 \text{ кГц} =$			

6.5 Исследовать ВЧ Чебышева, для чего:

6.5.1 В схеме (рисунок 1) заменить ФНЧ Чебышева на ФВЧ Чебышева, рассчитанный в п. 3.4.2.

6.5.2 Установить значение  $R_n$  согласно п. 3.4.2 данного методического руководства. Установить частоту генератора (frequency) равной  $f_{cp}$ , рассчитанной в п.3.4.2.

6.5.3 Провести измерения по методике изложенной в п. 6.4.6. Результаты измерений занести в таблицу 2.

## Экспериментальные и расчетные данные исследования ФВЧ Чебышева

$f, \text{кГц}$	$U_{\text{вых}}, \text{В}$	$a_p, \text{дБ}$	$U_{\text{вх}}, \text{В}$
$f_{\text{ср}}-6 \text{ кГц} =$			
$f_{\text{ср}}-4 \text{ кГц} =$			
$f_{\text{ср}}-2 \text{ кГц} =$			
$f_{\text{ср}} =$			
$f_{\text{ср}}+2 \text{ кГц} =$			
$f_{\text{ср}}+4 \text{ кГц} =$			
$f_{\text{ср}}+6 \text{ кГц} =$			
$f_{\text{ср}}+8 \text{ кГц} =$			
$f_{\text{ср}}+10 \text{ кГц} =$			
$f_{\text{ср}}+12 \text{ кГц} =$			

6.6 Показать результаты выполнения работы преподавателю.

6.7 Ответить на контрольные вопросы.

6.8 Выключить оборудование.

6.9 Составить отчет по работе.

## 7 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

7.1 Наименование и цель работы.

7.2 Расчеты по п. 3.4.

7.3 Схема исследований (рисунок 1).

7.4 Результаты измерений и вычислений (таблицы. 1, 2).

7.5 Графики зависимости  $a_p = F(f)$  для ФНЧ и ФВЧ Чебышева.

7.6 Ответы на контрольные вопросы (по заданию преподавателя).

7.7 Выводы по работе.

## 8 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

8.1 Нарисуйте схемы ФВЧ, ПФ, РФ Баттерворта 5-го порядка.

8.2 Как получить ФНЧ Золотарева?

8.3 Как определить полосу пропускания фильтра по частотной характеристике?

8.4 Как реализовать активный фильтр?

8.5 Изобразите звено второго порядка активного ФНЧ и ФВЧ.

## 9 СОДЕРЖАНИЕ ЗАЧЁТА

Школьник должен знать ответы на контрольные вопросы. Должен уметь проводить измерения, предусмотренные заданием на работу и анализировать результаты измерений.