

Государственное федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
“Московский государственный технический университет им.
Н.Э.Баумана”

Внутренний учетный №	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедры РЛ-6 В.Шашурин
-------------------------	---

Только _____ для
преподавателей

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
для проведения лабораторных работ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
"УСТРОЙСТВА ПРИЕМА И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
СИГНАЛОВ"

Москва, 2022 год

МЕТОДИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы по дисциплине "Устройства приема и преобразования сигнала" имеют целью закрепление теоретических знаний, полученных на лекционных и других занятиях, привитие практических навыков в исследовании основных параметров усилителей и преобразователей частоты.

Проведению каждой лабораторной работы должна предшествовать тщательная подготовка, в процессе которой необходимо:

- Повторить теоретический материал, относящийся к данной работе;
- Детально изучить ее цель и содержание;
- Ответить на контрольные вопросы;
- Тщательно изучить электрические принципиальные схемы к каждой лабораторной работе;
- Уяснить во всех деталях методику предстоящих измерений;
- Контроль за качеством подготовки студентов к лабораторной работе осуществляется преподавателем на коллоквиуме методом индивидуального опроса или путем проведения мини-контрольных – («летучек»).

Показателем готовности к проведению лабораторной работы является знание ответов на вопросы по каждому из перечисленных пунктов предварительной подготовки.

Экспериментальную часть работы необходимо начать со сборки электрической схемы в САПР Multisim.

Критерием качества выполнения лабораторной работы является соответствие экспериментальных результатов теоретическим положениям.

Если при проведении виртуального эксперимента обнаруживается значительное расхождение между результатами измерений и теорией, необходимо выяснить причину этого расхождения и объяснить ее.

Отчет о лабораторной работе должен быть кратким и аккуратно оформленным. При его составлении рекомендуется:

- провести тщательный анализ полученных результатов, сравнить их с теоретическими положениями;
- объяснить физическую причину наблюдаемых процессов и их практическую ценность.

Отчеты по лабораторной работе выполняются в MSWord.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ЭЛЕМЕНТОВ ПОДСТРОЙКИ ТРАНЗИСТОРНОГО УРЧ
НА ФОРМУ АЧХ.**

1. Цель работы

1. Изучение принципиальной схемы и физических процессов, происходящих в усилителе высокой частоты (УВЧ), его основных характеристик и параметров;
2. Освоение методики и привитие навыков по измерению и расчету качественных показателей;
3. Приобретение навыков моделирования в САПР Multisim при исследовании высокочастотных каскадов.

**2. Краткие теоретические сведения
об усилителях высокой частоты**

Усилителем высокой частоты (УВЧ) называют устройство, предназначенное для усиления слабых полезных сигналов, поступающих на вход приемника и их предварительной частотной селекции.

В супергетеродинном приемнике УВЧ совместно с входной цепью образует преселектор приемника, обеспечивающий избирательность приемника, главным образом, по дополнительным каналам приема. УВЧ определяет коэффициент шума и чувствительность приемника.

К УВЧ предъявляются следующие основные требования:

- малый уровень собственных шумов;
- большое устойчивое усиление по мощности в заданной полосе частот;
- высокое качество согласования сопротивлений каскадов приемника;
- обеспечение заданной формы АЧХ и ФЧХ;
- обеспечение заданного динамического диапазона.

Коэффициент усиления УВЧ по мощности и качество согласования оказывают существенное влияние на отношение сигнал/шум на выходе

приемника. С ростом усиления УВЧ по мощности уменьшается влияние последующих каскадов на чувствительность приемника.

Для обеспечения высокой чувствительности приемника в УВЧ применяют маломощные высокочастотные активные приборы с большой величиной крутизны S_0 .

При построении УВЧ также необходимо обеспечить высокое качество согласования усилительных каскадов.

Выбор формы АЧХ и ФЧХ зависит от ширины спектра полезного сигнала, назначения приемника и требований к частотной избирательности.

К числу *основных характеристик УВЧ* относятся:

- амплитудная характеристика;
- амплитудно-частотная характеристика (АЧХ);
- фазо-частотная характеристика (ФЧХ);
- переходная (импульсная) характеристика.

К числу *основных параметров УВЧ* относятся:

- коэффициент шума Π ;
- резонансный коэффициент усиления K_0 ;
- устойчивость - способность усилителя сохранять в процессе эксплуатации основные параметры и характеристики,
- коэффициент прямоугольности;
- частотная избирательность - способность приемника (устройства) пропускать полезный сигнал и подавлять сигнал на частоте помехи вне полосы пропускания;
- диапазон рабочих частот.

При проектировании УВЧ особое внимание уделяют полосовым фильтрам, которые используют для избирательного пропускания частот, находящихся в некоторой полосе частот. Наиболее часто применяются полосовые фильтры второго порядка.

На рис. 1 показана схема пассивного LRC-фильтра. Передаточная функция определяется следующим соотношением:

$$K(p) = \frac{pRC}{1 + pRC + p^3LC}, \quad (1)$$

где $p = \frac{f}{f_p}$;

f – частота;

$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ – резонансная частота.

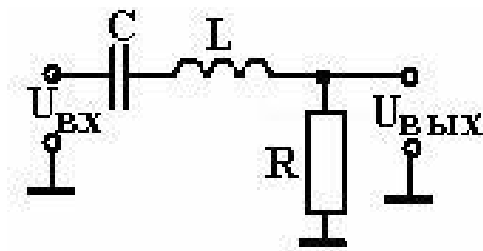


Рис. 1. Схема пассивного LRC-фильтра

Передаточная функция (1) может быть переписана в нормированном виде:

$$K(p) = \frac{R\sqrt{\frac{C}{L}}p}{1 + R\sqrt{CL}p + p^2}, \quad (2)$$

где $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$;

$K(p) = 1$.

3. Исследование влияния элементов подстройки транзисторного УРЧ на форму АЧХ

Схема, собранная в САПР Multisim 12, которую необходимо исследовать в ходе данной лабораторной работы, представлена на рис 2.

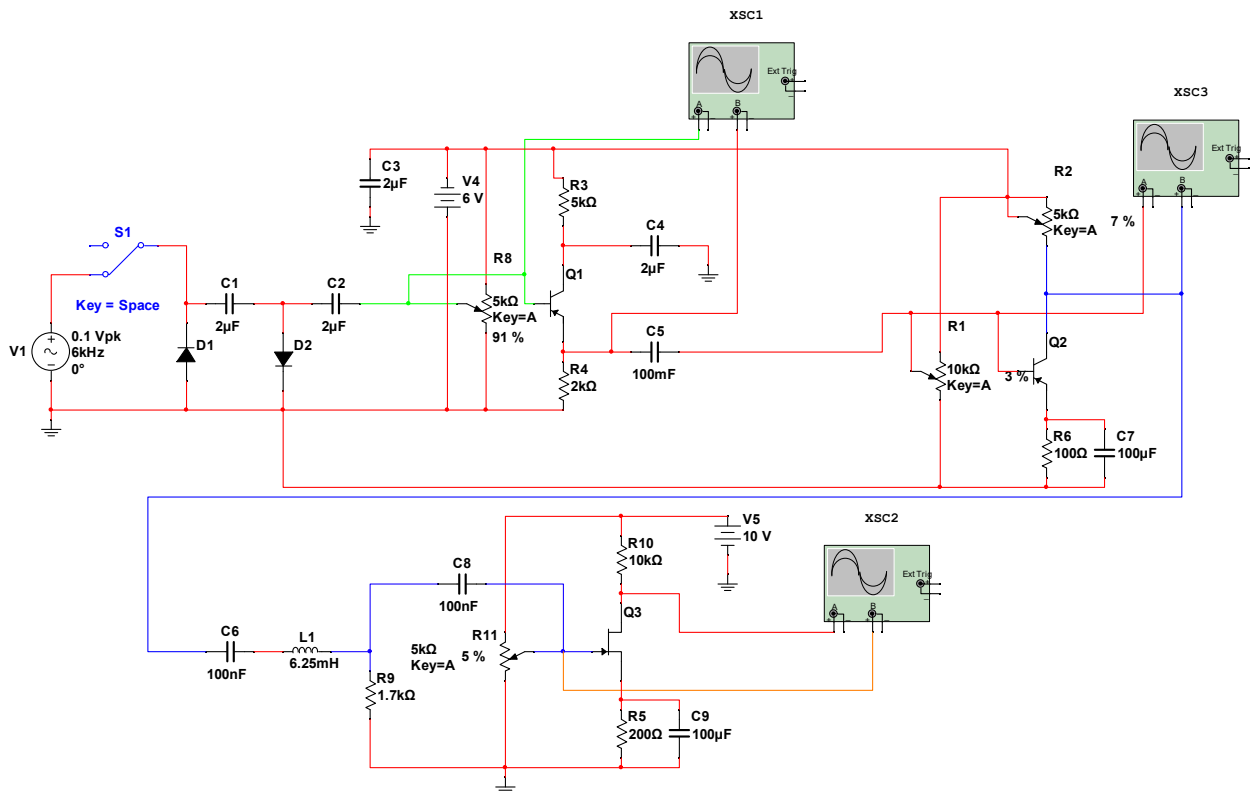


Рис. 2. Электрическая принципиальная схематранзисторного УРЧ, реализованная в САПР Multisim

При моделировании вышеуказанной схемы использовались идеальные транзисторы (найти в группе («Group») «**Transistors**», в семействе («Family») «**TRANSISTORS_VIRTUAL**»).

Рассмотрим подробнее исследуемую схему. Она состоит из трёх частей:
I. Входной каскад (рис. 3). Эммитерный повторитель на транзисторе Q1, служащий для электрической развязки входной цепи и дальнейшей схемы усиления, и схема предусиления на транзисторе Q2. Рабочие точки транзисторов устанавливаются с помощью подстроечного

резистора R8 для транзистора Q1 и с помощью подстроечного резистора R8 для транзистора Q2.

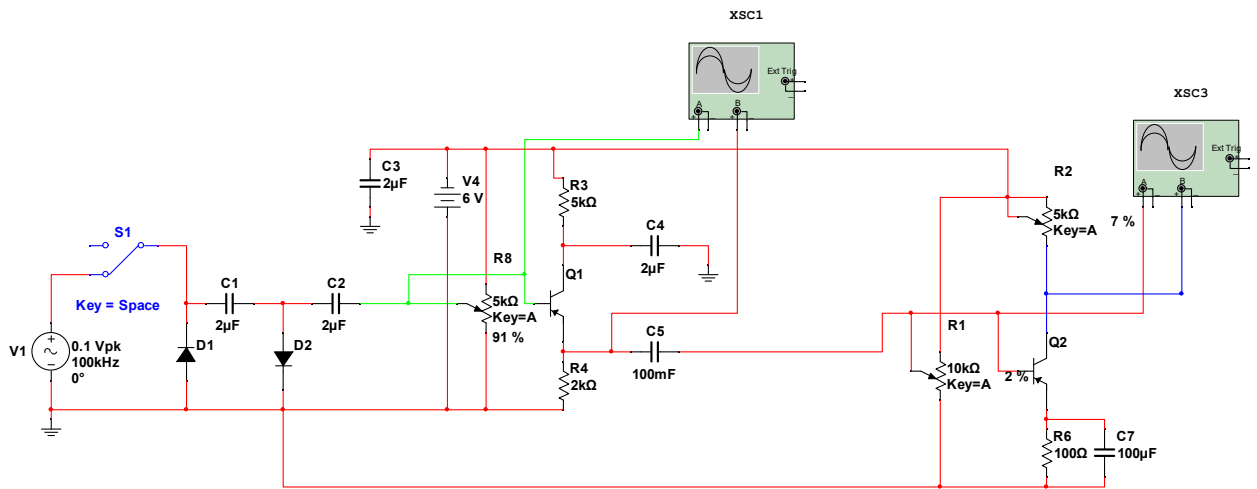


Рис. 3. Входной каскад транзисторного УРЧ

II. Схема фильтра, которая представляет собой простейший полосно-пропускающий фильтр на элементах C6, L1, R9 (рис. 4).

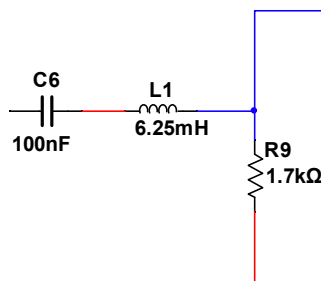


Рис. 4. Схема полосно-пропускающего фильтра, использующаяся в транзисторном УРЧ, с рассчитанными параметрами элементов для заданной частоты f

На схеме (рис. 4) фильтр рассчитан для частоты $f = 6$ кГц.

Расчёт фильтра для нужной частоты пропускания f_p проводить следующим методом:

1. Для выбранной частоты f_p найти \sqrt{LC} по следующей формуле:

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}};$$

2. Взять любое значение индуктивности L и получить C ;

3. Рекомендуется подобрать R , используя примерное равенство $\left| i\omega L + \frac{1}{i\omega C} \right| \approx R$ (однако выполнение данного условия необязательно).

III. Схема оконечного усиления на транзисторе (рис. 5). Полевой транзистор Q3 обеспечивает оконечное усиление сигнала до напряжения питания 15В. Установка в рабочую точку обеспечивается подстроечным резистором R11.

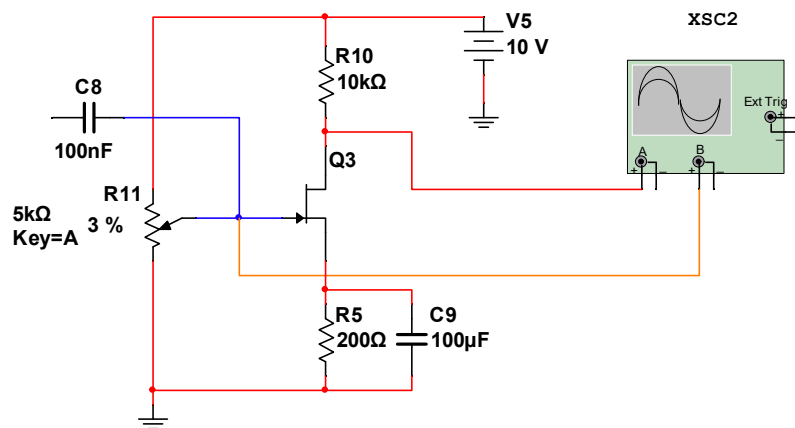


Рис. 5. Схема оконечного усиления на транзисторе УРЧ

4. Порядок выполнения работы

Для схемы с заданными параметрами на рис. 2

1. Получить осциллограммы транзисторов Q1, Q2, Q3;
2. Построить АЧХ, меняя начальную частоту генератора V1 (6 кГц) от 100 Гц до 100 кГц. По полученным значениям построить график АЧХ (можно в логарифмическом масштабе). Значения амплитуды выходного сигнала брать с осциллографа XSC2 (визуально).

Таблица 1

f (V1), кГц	0,1	0,2	0,5	0,8	1	2	5	8	15	25	50	75	100
Амплитуда, В													

3. Рассчитать полосно-пропускающий фильтр с частотой $f=20$ кГц.

4. Содержание и оформления отчета

1. Цель работы;
2. Принципиальная схема.
3. Таблицы согласно порядку выполнения работы;
4. Расчеты и графики по полученным измерениям;
5. Краткие выводы по каждому пункту исследований с объяснением полученных результатов (а не их констатацией как фактов).

5. Контрольные вопросы

1. Что такое УВЧ? Каковы его основные функции и принципы построения?
2. Назвать основные части и пояснить принцип работы лабораторной схемы.
3. Сравнить результаты расчетов с теоретическими и доказать их достоверность.
4. Объяснить, почему форма АЧХ УВЧ изменяется в диапазоне частот.
5. Сравнить формы полученных графиков с теоретическими и пояснить их отличия.
6. Что такое динамический диапазон?
7. Что такое полоса пропускания?
8. Что такое коэффициент прямоугольности? Какую основную характеристику УРЧ он определяет?
9. Перечислить основные требования, предъявляемые к УВЧ.

10. Пояснить принцип перестройки УВЧ, исходя из принципиальной схемы транзисторного УВЧ.
11. Объяснить, почему изменяется форма АЧХ транзисторного УВЧ при его перестройке.
12. Понятие полосового фильтра, назначение и основные соотношения.