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

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ  Внутренний учетный №\_\_\_  Экз. №\_\_\_  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 транзистороного 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 высокойчастоты*** (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 малошумящие высокочастотные активные приборы с большой величиной крутизны S0.

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 Ш ;

- резонансный коэффициент усиления К0 ;

- 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 дляизбирательного пропускания частот, находящихся в некоторый полосе частот. Наиболее часто применяются полосовые фильтры второго порядка.

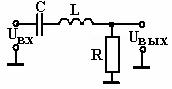
На рис. 1 показана схема пассивного LRC-фильтра. Передаточная функция определяется следующим соотношением:

,         (1)

где ;

 – частота;

– резонансная частота.



**Рис. 1.** Схема пассивного LRC-фильтра

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

, (2)

где ;

.

**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 использовлаись 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-пропускающеий фильтр на элементах C6, L1, R9 (рис. 4).



Рис. 4. Схема полосно-пропускающего фильтра, использующася 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 *fp*проводить следующим методом:

1. Для выбранной частоты *fp* найтипо следующей формуле: ;
2. Взять любое значение индуктивностиL и получить C;
3. Рекомендуется подобрать R, используя примерное равенство(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 транзистореУРЧ

**4. Порядок выполнения работы**

Для схемы с заданными параметроами на рис. 2

1. Получить осицлограммы 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.Рассчитатьполосно-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 констатациейкак фактов).

**5. Контрольные вопросы**

1. Что такое УВЧ? Каковы его основные функции и принципы построения?
2. Назвать основные части и пояснить принцип работылабораторной 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, назнчение и основные соотношения.