Вариант 03

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Исследование преобразователя частоты

**1.Цель работы**

Изучение теории преобразования на транзисторах и диодах. Экспериментальное исследование различных схем преобразователей частоты (ПЧ).

**2.Подготовка к выполнению работы**

Подготовка к выполнению работы заключается в самостоятельном изучении основ теории построения преобразователей частоты и выполнении предварительного расчета. Необходимо изучить следующие вопросы:

* Назначение, виды и основные характеристики ПЧ.
* Теория преобразования на невзаимном элементе и на диоде.
* Схемы преобразователей частоты умеренно высоких частот и СВЧ.
* Побочные каналы преобразования.

Л и т е р а т у р а

 А.И.Фалько. Основы радиоприема. –Н.: СибГУТИ , 2002, с.122-161.

 Радиоприемные устройства/ Под редакцией Н.Н.Фомина. –М.: “Радио и связь”, 2003, с.131-168.

 Радиоприемные устройства/ Под редакцией Н.Н.Фомина. –М.: “Радио и связь”, 1996, с.257-292.

 Н.Н.Буга, А.И.Фалько, Н.И.Чистяков. Радиоприемные устройства. –М.: “Радио и связь” , 1986, с.91-128.

Для подготовки к лабораторной работе можно использовать один из рекомендуемых источников.

**Расчетная часть**

1. Рассчитать коэффициент усиления преобразователя по основному каналу.
2. Рассчитать частоты побочных каналов приема в режиме линейного по сигналу преобразования, учитывая гармоники гетеродина не выше третей.
3. Рассчитать частоты каналов приема в режиме нелинейного преобразования по сигналу, при нелинейности по сигналу второго и третьего порядков.

Исходные данные для расчета

Промежуточная частота fпр = 465 кГц.

Крутизна преобразования  Y21пр  = 12 мА/В.

Емкость контура на выходе смесителя Ck = 638 пФ.

Эквивалентная добротность контура Qэ = 45.

Коэффициент трансформации со стороны нагрузки n=1.

Сопротивление нагрузки Rн = 50 кОм.

**3. Описание исследуемых схем**

Схемы для исследования преобразователей частоты приведены на рисунках 3.1…3.3. На рисунке 3.1 представлена схема преобразователя, у которого смеситель выполнен на полевом транзисторе VT. Сигнал подается от генератора ГС на затвор, колебания гетеродина Г подаются на исток через цепь автосмещения R2 C2. В качестве источника сигнала можно выбрать генератор АМ колебаний или генератор со стабильной амплитудой при помощи переключателя SA1. В стоковой цепи контур Lк Cк настроен на промежуточную частоту fпр = 465 кГц. С него снимается напряжение промежуточной частоты на фильтр сосредоточенной селекции (FSS) и на нагрузку Rн через разделительный конденсатор Ср.

[Рисунок 3.1](file:///D%3A%5C%D0%A1%D0%A2%D0%A3%D0%94%D0%95%D0%9D%D0%A2%D0%AB%5C%D0%9C%D0%B8%D1%88%D0%B0%20bskfrost%2003%5C%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%5C%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%5C%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%5Clab%5Cimg%5Cimage2279.gif)

Входное и выходное напряжения контролируются вольтметрами PV1 и PV2. Сигнал со входа и выхода подается на осциллограф. При помощи переключателя SA можно пронаблюдать выходной сигнал до фильтра сосредоточенной селекции и после. Используя преобразование Фурье можно пронаблюдать спектральный состав выходного сигнала.

На рисунке 3.2 представлена схема преобразователя на биполярном транзисторе VT. Сигнал подается на базу транзистора, напряжение гетеродина подано в цепь эмиттера через цепь R3 C2. Промежуточная частота выделяется в цепи коллектора контуром Lк Ск и фильтром сосредоточенной селекции (FSS). Как и в схеме на полевом транзисторе входное и выходное напряжения контролируются вольтметрами PV1 и PV2.

На рисунке 3.3 приведена схема балансного преобразователя частоты на биполярных транзисторах. Для построения схемы использован дифференциальный каскад, характерный в интегральном исполнении. На смесительные транзисторы VT1 и VT2 сигнал подан противофазно при помощи трансформатора Тр1, напряжением гетеродина смесительные транзисторы VT1 и VT2 возбуждаются синфазно через транзистор VT3. Токи промежуточной частоты смесительных транзисторов противофазны и в выходной цепи протекают в противоположных направлениях, наводя во вторичной обмотке трансформатора Тр2 суммарную ЭДС.

Как и в схемах рисунков 3.1 и 3.2 входное и выходное напряжения контролируются вольтметрами PV1 и PV2.

[Рисунок 3.2](file:///D%3A%5C%D0%A1%D0%A2%D0%A3%D0%94%D0%95%D0%9D%D0%A2%D0%AB%5C%D0%9C%D0%B8%D1%88%D0%B0%20bskfrost%2003%5C%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%5C%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%5C%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%5Clab%5Cimg%5Cimage2280.gif)

[Рисунок 3.3](file:///D%3A%5C%D0%A1%D0%A2%D0%A3%D0%94%D0%95%D0%9D%D0%A2%D0%AB%5C%D0%9C%D0%B8%D1%88%D0%B0%20bskfrost%2003%5C%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%5C%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%5C%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%5Clab%5Cimg%5Cimage2281.gif)

**4. Задание**

1. Измерить коэффициент усиления преобразователя по основному каналу и каналу прямого прохождения.
2. Снять АЧХ преобразователя в линейном по сигналу режиме.
3. Снять АЧХ преобразователя в нелинейном по сигналу режиме.
4. Измерить зависимость коэффициента усиления преобразователя от напряжения гетеродина.
5. Зарисовать осциллограммы входного и выходного напряжений.

**5. Указания к выполнению экспериментальной части**

Запустить программу Electronics Workbench. Программуможно запустить двойным щелчком мыши либо на ярлыке , находящемся на рабочем столе, либо на названии запускающего файла **Wewb32.exe** в каталоге Workbench на жестком диске.

В этом случае компоненты электронных схем будут изображены в формате, принятом в странах Западной Европы и Америки (примером может служить изображение резистора в зигзагообразном виде).

При эмуляции операционной системы DOS (например, при запуске **Far.exe**) можно, находясь в каталоге Workbench, запустить программу из командной строки с ключом **/ din**:

**Wewb32.exe /din <Enter>**

В этом случаеформат изображения компонентов будет приближен к формату, принятому в России.

После завершения загрузки управляющей оболочки необходимо открыть схему лабораторной установки, для чего выбрать в меню **File** команду **Open**, (или щелкнуть левой кнопкой мыши на пиктограмме в линейке меню) а затем из предложенного списка выбрать файл со схемой лабораторной установки (например, lab4.ewb).

Файл открывается либо двойным щелчком левой кнопкой мыши на названии файла, либо однократным щелчком сначала на названии файла, а затем на кнопке “открыть”.

В лабораторной работе использованы генератор АМ и генератор стабильной амплитуды. Ниже показаны их функциональные окна.

**5.1 Измерение коэффициента усиления преобразователя**

Открыть файл Lab3\_1.ewb. На экране появится схема ПЧ рисунка 3.1. Подать на схему напряжение гетеродина уровнем UГ = 1 В с частотой fГ = 10465 кГц. На сигнальный вход подать сигнал уровнем UС = 10 мВ с частотой fC = fГ – fПР. При измерении коэффициента усиления необходимо пользоваться генератором со стабильной амплитудой сигнала. Для этого необходимо воспользоваться переключателем SA1.

Изменением частоты генератора сигнала в небольших пределах добиться максимума показаний напряжения на нагрузке по вольтметру PV2. Убедиться, что напряжение на выходе появилось в результате преобразования частоты, а не прямого прохождения сигнала промежуточной частоты. Для этого можно отключить гетеродин (установив очень маленькую амплитуду). Коэффициент усиления преобразователя рассчитывается по следующей формуле:

Копр=UPV2/UPV1.

Для получения коэффициента усиления преобразователя по каналу прямого прохождения необходимо установить частоту входного сигнала fС = 465 кГц и повторить измерения.

**5.2. Снятие АЧХ преобразователя в линейном по сигналу режиме**

Для задания линейного режима на сигнальный вход подать сигнал уровнем UС = 10 мВ. Для значений fПР и fГ рассчитать частоты побочных каналов приема в режиме линейного преобразования, учитывая гармоники гетеродина не выше третей. Частоту каждого канала уточнять по максимуму показания вольтметра PV2 на выходе преобразователя. Уровень входного напряжения должен поддерживаться постоянным. Измерения проводятся аналогично пункту 5.1.

**5.3. Снятие АЧХ преобразователя в нелинейном по сигналу режиме**

Для задания нелинейного режима на сигнальный вход подать сигнал уровнем UС = 200 мВ. Для значений fПР и fГ рассчитать частоты побочных каналов приема в режиме нелинейного преобразования, учитывая гармоники гетеродина не выше третей. Измерения проводятся аналогично пункту 5.1

**5.4. Измерение зависимости коэффициента усиления преобразователя от напряжения гетеродина**

Для снятия зависимости необходимо на сигнальный вход подать сигнал уровнем UС = 10 мВ с частотой fС = fГ – fПР. Частоту гетеродинного напряжения установить fг = 10465 кГц. Напряжение гетеродина менять в пределах 0.2-:-1 В с шагом 0.2 В. Заполнить таблицу и построить график.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uг,B | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1 |
| UPV2 ,мВ |   |   |   |   |   |   |
| **К0пр** |   |   |   |   |   |   |

**5.5. Осциллограммы входного и выходного напряжений**

Для того чтобы зарисовать осциллограммы необходимо к сигнальному входу подключить генератор АМ сигналов при помощи ключа SA1. Открыть окно осциллографа и запустить схему на выполнение. Для удобства зарисовки осциллограмм выберите необходимую развертку.

**6. Содержание отчета**

6.1 Принципиальная схема преобразователя частоты

6.2 Данные, полученные путем измерений и расчетов.

6.3 Графики частотных характеристик.

6.4 Выводы по результатам исследований.

**7. Контрольные вопросы**

1. Какие вольтамперные характеристики должен иметь идеальный смеситель для напряжения сигнала и гетеродина?
2. В чем состоит отличие эквивалентных схем преобразовательного и усилительного каскадов?
3. Чем отличаются амплитудно-частотные характеристики преобразователя, работающего в линейном и нелинейном режиме?
4. Как отличается крутизна преобразования от крутизны в режиме усиления?
5. Какими соображениями следует руководствоваться при выборе величины гетеродинного напряжения?
6. В чем состоит отличие эквивалентных схем диодного преобразователя от транзисторного с общим эмиттером?
7. Какие преимущества у балансного диодного преобразователя по сравнению с простым диодным преобразователем?
8. Изобразите принципиальную схему балансного преобразователя на транзисторах. Поясните принцип его действия.