

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение

высшего профессионального образования

«Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Радиотехнический факультет (РТФ)

Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

Рогожников Е. В.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ ДЛЯ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Учебно–методическое пособие к лабораторным работам

для студентов радиотехнического факультета

210700 – “Инфокоммуникационные технологии и системы связи”

Разработка устройств для систем беспроводной связи: Учебно–методическое пособие к лабораторным занятиям/ Е.В.Рогожников. ТУСУР.-2014. 24 с.

Подробно излагается методика и порядок выполнения работ, содержание отчета. К каждой работе прилагаются контрольные вопросы, по которым преподаватель может оценить уровень освоения студентом материала. В пособии описаны состав лабораторных макетов, технические характеристики и режимы работы применяемых приборов и оборудования.

Разработано в соответствии с программой курса «Разработка устройств для систем беспроводной связи» и предназначено для студентов радиотехнического факультета, по специальностям 210700 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

**© Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники,
2014**

Содержание

Лабораторная работа №1	4
Моделирование электрических фильтров.....	4
Лабораторная работа №2	8
Исследование воздействия радиосигналов на линейный усилитель.....	8
Лабораторная работа №3	11
Исследование СВЧ параметров смесителей	11
Лабораторная работа №4 «Амплитудные детекторы»	14
Лабораторная работа №5 Индикация в радиоприемниках.....	21

Лабораторная работа №1

Моделирование электрических фильтров

Цель работы: Моделирование электрических фильтров и исследование их параметров.

Основные сведения

Электрический фильтр – это четырехполюсник, пропускающий из входной цепи в выходную определенный диапазон частот сигналов в виде напряжения или тока [1]

Классификация фильтров:

1. Фильтр нижних частот (ФНЧ) - электрическая цепь, эффективно пропускающая частотный спектр сигнала ниже определённой частоты, называемой частотой среза, и подавляющая сигнал выше этой частоты.
2. Фильтр верхних частот (ФВЧ) - электрическая цепь, эффективно пропускающая частотный спектр сигнала выше частоты среза, и подавляющая сигнал ниже этой частоты
3. Полосовой фильтр. (ПФ) – электрическая цепь, пропускающая частотный спектр сигнал от нижней частоты среза до высшей частоты среза.

Назовем фильтр идеальным, в том случае если в полосе пропускания ослабление сигналов отсутствует, ФЧХ линейна, энергия сигнала вне полосы пропускания равна нулю. Электрические фильтры создаются с использованием LC и RC цепей.

LC-фильтры обладают высокой стабильностью, низким уровнем собственных шумов. К недостаткам LC-фильтров можно отнести: низкая помехоустойчивость к влиянию электромагнитных полей, нелинейность, большие массо-габаритные характеристики при работе на низких частотах.

В электронной аппаратуре широкое применение находят пьезоэлектрические фильтры. В пьезоэлектрических фильтрах для селекции сигналов используется явление резонанса, который возникает в пьезоэлектрическом кристалле при частоте резонанса приложенного напряжения. Пьезоэлектрические фильтры можно охарактеризовать высокой добротностью, стабильностью АЧХ и небольшими размерами.

Усилитель с частотно-зависимым коэффициентом усиления является активным фильтром. ОУ является весьма подходящим элементом для реализации подобных фильтров. Для выбора типа цепей обратных связей используется теория синтеза фильтров.

Активные RC-фильтры можно разделить на два класса: линейные и квазилинейные. В линейных фильтрах активные элементы работают в линейном режиме. В квазилинейных фильтрах активные элементы используются в нелинейном режиме. К квазилинейным фильтрам относят, синхронные, цифровые, квадратурные, фильтры с фазовой автоподстройкой частоты (ФАПЧ).

Электрические фильтры можно разделить на фильтры нижних частот (НЧ), фильтры верхних частот (ВЧ), полосовые фильтры (ПФ), режекторные фильтры.

Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики перечисленных фильтров приведены на рисунке 1.

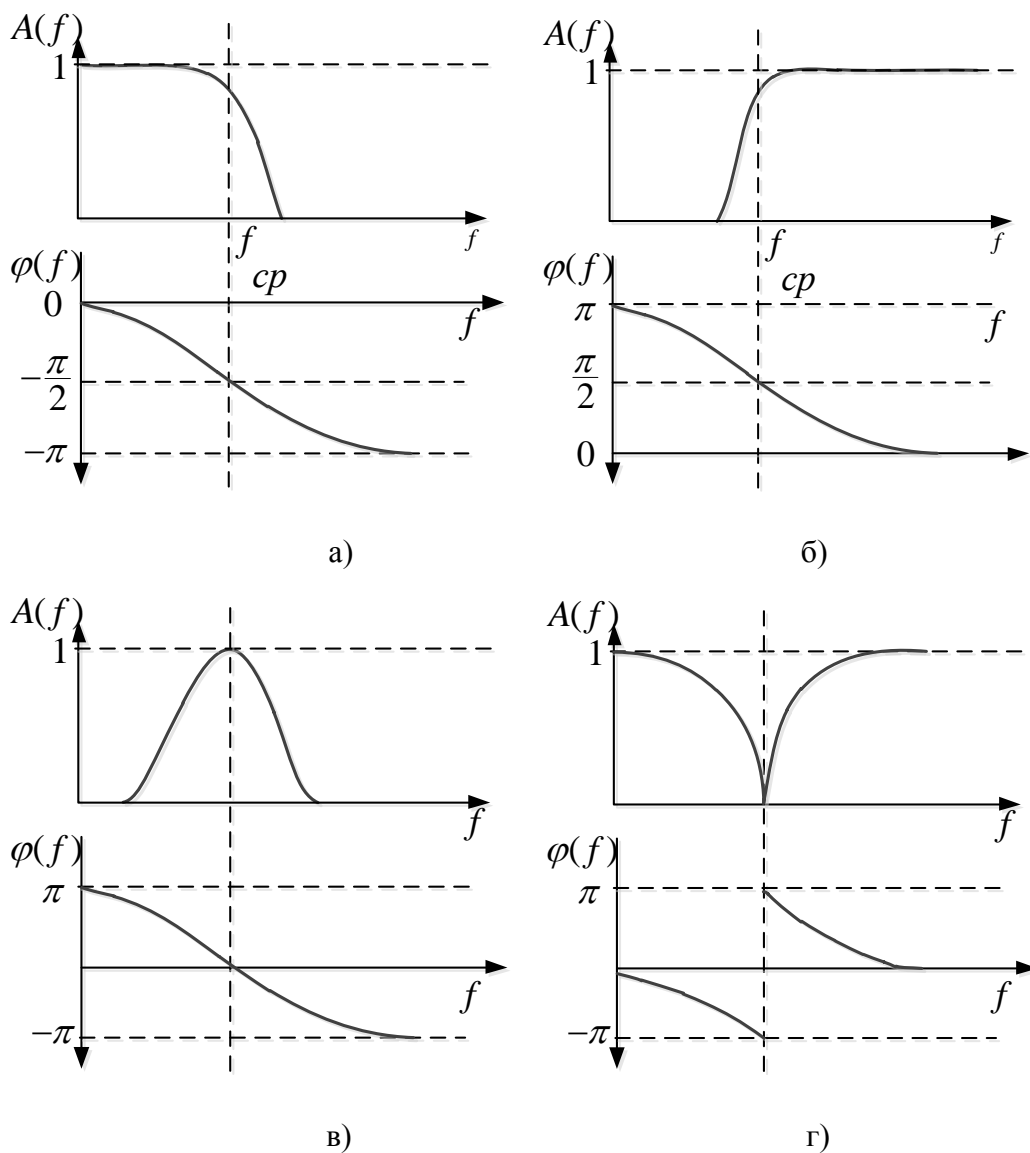


Рис. 1. АЧХ и ФЧХ фильтров, а) фильтр нижних частот, б) фильтр верхних частот, в) полосовой фильтр, г) режекторный фильтр.

Задание на выполнение лабораторной работы.

1. Используя программное обеспечение electronic workbench, собрать установки по схемам на рисунках 2 - 6.

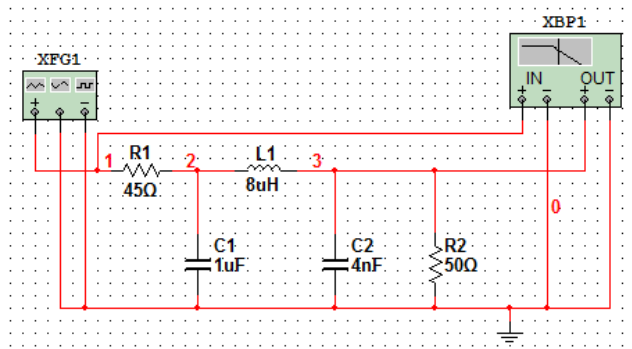


Рис. 2 - Схема фильтра нижних частот

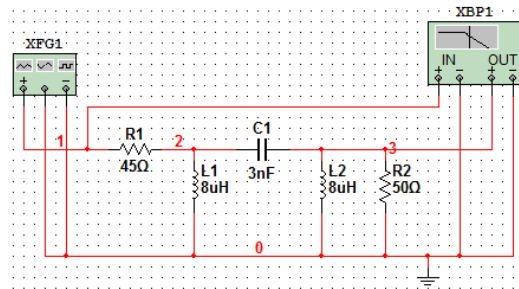


Рис. 3 - Схема фильтра верхних частот

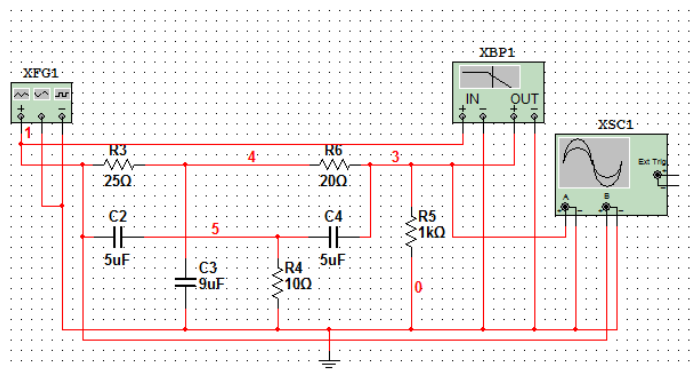


Рис. 4 - Схема режекторного фильтра с двойным Т – мостом

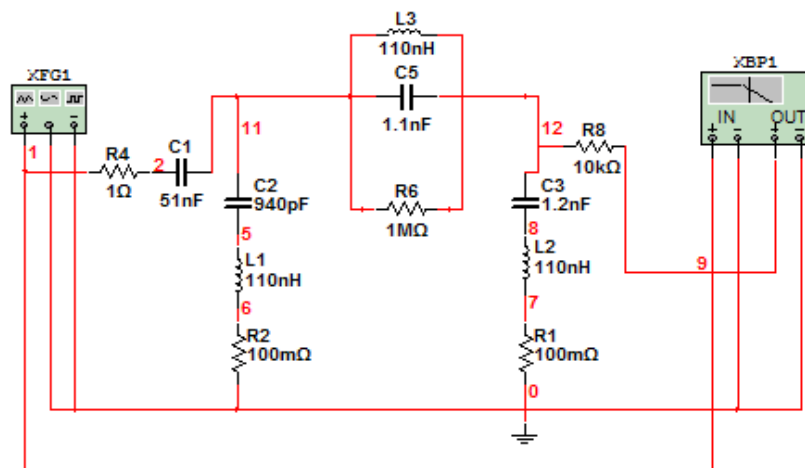


Рис. 5 Схема трехконтурного режекторного фильтра

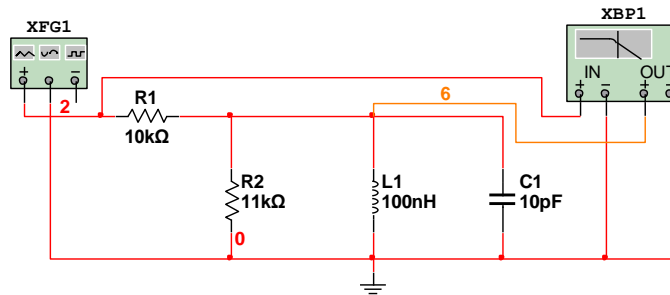


Рис. 6 Схема полосового фильтра

2. Определить частоты среза для ФНЧ и ФВЧ.
3. Определить полосу пропускания для режекторного и полосового фильтров.
4. Выяснить как влияет изменение величин резисторов R6 (схема на рис. 5) и R1 (схема на рис. 6) на АЧХ фильтров.

Контрольные вопросы:

1. Как снимаются амплитудные и фазовые характеристики фильтров?
2. Как зависит вид АЧХ и ФЧХ от числа звеньев? Объяснить эту зависимость.
3. Зачем нужно согласовывать фильтр с нагрузкой? Как практически осуществляется такое согласование?
4. Какой вид имеют АЧХ и ФЧХ для различных фильтров?
5. Что такое характеристический импеданс, постоянная распространения, полоса прозрачности фильтра? Чем они определяются?
6. Что характеризует дисперсионное уравнение? Какой вид имеют дисперсионные характеристики для различных фильтров?
7. Что такое нормальные частоты? Чем определяется их количество и значения?
8. Какой вид имеет распределение амплитуд собственных колебаний вдоль фильтра? От чего оно зависит?
9. Чем отличаются фильтры, собранные из Т-образных звеньев, от фильтров из П-образных звеньев?
10. При каких условиях сигнал будет проходить через фильтр, задерживаясь, но не искажаясь?
11. Чем определяется время задержки сигнала на фильтре? Как его измерить?

Библиографический список

1. Электрические фильтры, основные понятия и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electrono.ru/glava-1/5-1-elektricheskie-filtry-osnovnyye-ponyatiya-i-opredeleniya>, свободный (дата обращения: 16.02.2014).
1. Моделирование электрических фильтров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=50296>, свободный (дата обращения: 16.02.2014).
2. Фильтры нижних и высших частот [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tel-spb.ru/rc.html>, свободный (дата обращения: 16.02.2014).

Лабораторная работа №2

Исследование воздействия радиосигналов на линейный усилитель

1. Цель работы

Целью работы: получить практические навыки работы с моделью резонансного усилителя, изучить его основные свойства, исследовать частотные характеристики, а также параметры радиосигнала на выходе усилителя.

2. Описание модели экспериментальной установки

Моделирование производится с использованием программного обеспечения Electronic Workbench. Модель экспериментальной установки содержит: генератор гармонических колебаний, осциллограф, радиочастоты и АМ колебаний, мультиметр, и исследуемый усилитель. На рис. 1 приведена структурная схема модели экспериментальной установки.

На рис. 2. приведена принципиальная электрическая схема

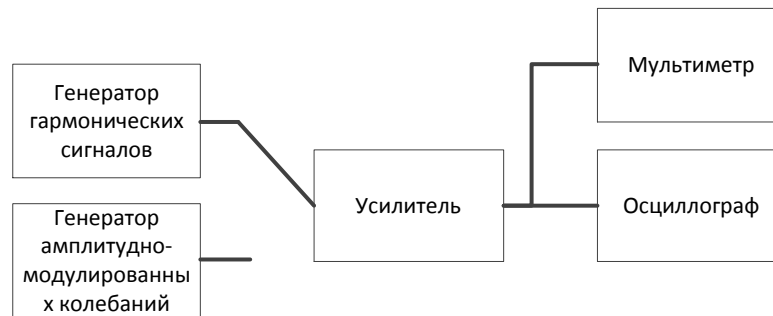


Рис. 1.1 Структурная схема модели экспериментальной установки

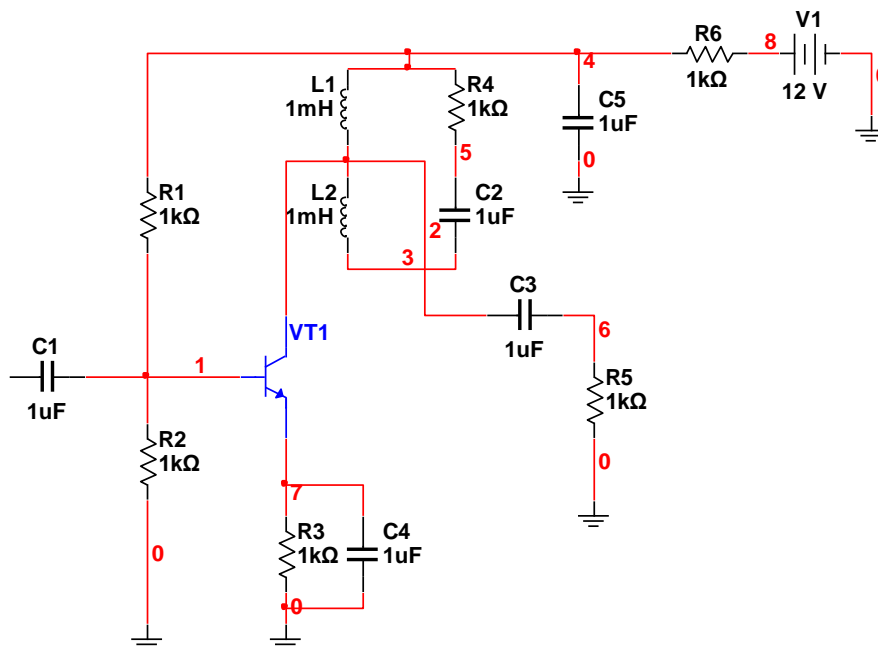


Рис. 1.2. Принципиальная схема усилителя

4. Лабораторное задание и методические указания

4.1. Подготовка модели к работе.

Для этого:

- ввести номиналы всех элементов схемы (рис.1.2);
- установить параметры генератора гармонических колебаний по данным домашнего задания;
- запустить схему, убедиться в ее работоспособности, сделать «скриншоты» осциллограммы входного и выходного сигналов.

4.2. Исследовать влияние параметров схемы на усилительные свойства усилителя

- получить семейство АЧХ и ФЧХ при изменении нагрузки усилителя;
- получить семейство АЧХ и ФЧХ при изменении емкости контура;
- получить семейство АЧХ и ФЧХ при изменении положения рабочей точки;
- рассчитать коэффициент усиления и полосу пропускания усилителя;
- сравнить результаты расчета и моделирования.

4.3. Исследовать прохождение АМ колебаний через резонансный усилитель

- подключить к усилителю источник АМ колебаний с параметрами домашнего задания;
- зарисовать осциллограммы входного и выходного колебаний и измерить их параметры с помощью маркеров;
- измерить зависимость коэффициента модуляции выходного колебания от частоты модуляции;
- измерить время задержки в усилителе;
- измерить спектры входного и выходного колебаний;
- расстроить колебательный контур относительно частоты несущего колебания и измерить амплитудный и фазовый спектры выходного колебания;
- зарисовать форму выходного колебания и установить наличие линейных искажений выходного колебания.

ЗАМЕЧАНИЕ. Коэффициент модуляции измерять по методике, приведенной в приложении 1.

3. Домашнее задание

3.1. Произвести расчет параметров элементов схемы приведенной на рисунке 1.2.

3.2. Рассчитать рабочую точку, коэффициент усиления усилителя, на транзисторе КТ312А, при работе в линейном режиме.

5. Содержание отчета

Отчет по данной лабораторной работе должен содержать:

- структурную схему и схему исследуемого усилителя;
- семейства АЧХ и ФЧХ усилителя в зависимости от изменяемого параметра;
- экспериментальную зависимость $M_{\text{вых}} = f(F_{\text{мод}})$;
- спектры входного и выходного колебаний при различной настройке контура усилителя;
- осциллограммы колебаний;
- векторную диаграмму выходного колебания;
- оптимальную (по критерию минимума линейных искажений) АЧХ;
- выводы по результатам анализа.

6. Контрольные вопросы

- 6.1. Какие колебания называются радиосигналами? Примеры.
- 6.2. Запишите аналитическое выражение для АМ сигналов в случае модуляции одним или несколькими колебаниями.
- 6.3. Как рассчитывается ширина спектра АМ сигналов?
- 6.4. Как принято определять ширину полосы пропускания узкополосных радиотехнических цепей? На сколько децибел ослабляется сигнал на частоте, соответствующей границе полосы пропускания?
- 6.5. Дайте определение абсолютной и относительной расстройкам.
- 6.6. Как и зачем осуществляется неполное включение колебательного контура во внешнюю цепь?
- 6.7. В чем проявляется влияние внутреннего сопротивления электронного прибора на характеристики резонансного усилителя? Как можно ослабить возникающий вредный эффект?
- 6.8. Дайте определение постоянной времени колебательного контура и оцените ее влияние на прохождение АМ сигнала через контур.
- 6.9. Объясните причины линейных искажений сигналов.
- 6.10. Поясните условия неискаженного прохождения АМ сигналов через линейные цепи.
- 6.11. Объясните, как следует выбирать полосу пропускания резонансного усилителя для удовлетворительного в техническом отношении пропускания АМ сигналов.
- 6.12. Объясните принцип построения векторных диаграмм АМ сигналов.

- 6.13. Постройте спектральную диаграмму выходного сигнала резонансного усилителя в случае настройки контура на одно из боковых колебаний.
- 6.14. Постройте векторную диаграмму выходного сигнала резонансного усилителя в случае настройки контура на одно из боковых колебаний.
- 6.15. Каким образом задается линейный режим работы усилителя?
- 6.16. Как подобрать оптимальную полосу пропускания усилителя для конкретного радиосигнала? Какие изменения необходимо для этого произвести в принципиальной электрической схеме?
- 6.17. Объясните, различаются ли резонансные частоты усилителя и колебательного контура. Как произвести настройку усилителя на заданную частоту?
- 6.18. Объясните метод построения эквивалентной схемы усилителя.
- 6.19. Объясните, как рассчитывается коэффициент усиления резонансного усилителя и как его можно изменять?
- 6.20. Объясните, почему в усилителе с общим эмиттером возникает фазовый сдвиг между входным и выходным колебаниями?
- 6.21. Какие сигналы называются узкополосными радиосигналами? Примеры.
- 6.22. Объясните понятие «усилитель с общим эмиттером».
- 6.23. Объясните понятие «усилитель с общей базой».

Лабораторная работа №3

Исследование СВЧ параметров смесителей

Процесс преобразования частоты состоит в преобразовании напряжения высокой частоты (f_c) принимаемых сигналов в напряжение другой высокой (промежуточной), частоты без изменения вида и характера модуляции. Преобразование частоты осуществляется в преобразователе частоты и может производиться как с понижением ($f_n < f_c$), так и с повышением ($f_n > f_c$) частоты.

Преобразователь частоты состоит из местного гетеродина – маломощного генератора, генерирующего колебания частоты f_2 и смесителя – элемента, в котором осуществляется смешение колебаний сигнала и местного гетеродина и выделение одной из комбинационных частот. Эта комбинационная частота и является промежуточной частотой. Таким образом, в преобразователе частоты происходит изменение несущей частоты сигнала без искажения содержащейся в сигнале информации. Со спектральной точки зрения происходит перенос спектра сигнала в область промежуточных частот без нарушения амплитудных и фазовых соотношений его компонент.

Преобразование частоты связано с возникновением новых частотных составляющих, которых не было в спектре входного сигнала. Это значит, что в состав смесителя обязательно должен входить нелинейный элемент или с изменяющимися параметрами и фильтр, выделяющий для дальнейшего использования определенную полосу частот в районе избранной промежуточной частоты.

Широкое применение в качестве нелинейных и параметрических элементов (преобразовательных элементов) получили: диоды (ламповые и кристаллические), триоды, пентоды и транзисторы, а также специальные многосеточные смесительные и преобразовательные лампы.

В качестве фильтров обычно используются одиночные колебательные контура, связанные двухконтурные системы и многосвязные фильтры сосредоточенной селекции (ФСС). Несмотря на большое разнообразие используемых нелинейных элементов и нагрузочных систем, возможно построение единой теории описания основных процессов, происходящих в любом преобразователе частоты. Эта теория носит название общей теории преобразования частоты.

Цель работы: Экспериментальное измерение СВЧ параметров смесителей, в диапазоне 100 – 900 МГц.

Описание экспериментальной установки:

Блок – схемы экспериментальной установки, необходимые для проведения измерений приведены на рисунке приведена на рис 1.

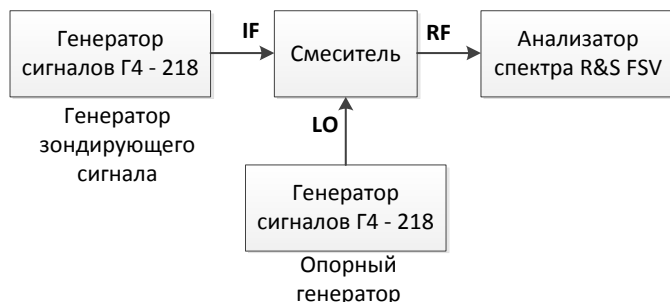


Рис 1. Схема экспериментальной установки



Рис. 2 Схема экспериментальной установки

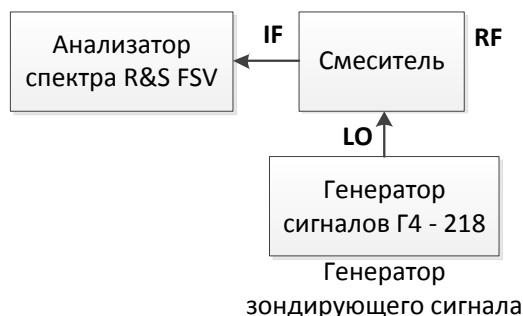


Рис. 3 Схема экспериментальной установки

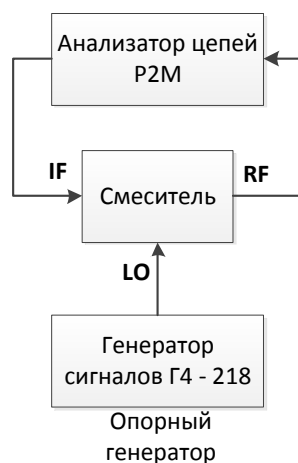


Рис. 4 Схема экспериментальной установки

Экспериментальная установка представляет собой смеситель, соединенный с источниками зондирующего сигнала, опорного сигнала и анализатором спектра.

Задание:

- 1) Собрать экспериментальную установку по схеме, приведенной на рисунке 1,
- 2) Произвести измерение потерь преобразования сигнала в диапазоне 100 – 900 МГц, при различной мощности сигнала опорного генератора: 7, 10, 13dBm.
- 3) Собрать экспериментальную установку по схеме, приведенной на рисунке 2, произвести измерение уровня изоляции LO – RF в диапазоне 100 – 900 МГц,
- 4) Собрать экспериментальную установку по схеме, приведенной на рисунке 3, произвести измерение уровня изоляции LO – IF в диапазоне 100 – 900 МГц,
- 5) Собрать экспериментальную установку по схеме, приведенной на рисунке 4, произвести измерение уровня КСВ в диапазоне 100 – 900 МГц,
- 6) Результаты измерений представить в виде графиков.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Спектральное и временное представление процесса преобразования частоты.
2. Состав преобразователя частоты и назначение отдельных элементов.
3. Параметры преобразователя частоты.
4. Характеристические уравнения преобразователя частоты и смысл входных в них величин.
5. Эквивалентные схемы преобразователя частоты.
6. Коэффициент преобразования.

7. Входная и выходная проводимости преобразователя частоты.
8. Расчёт крутизны преобразования.
9. Паразитные каналы приема и меры их ослабления.
10. Основные схемы транзисторных преобразователей частоты.
11. Возможные способы расчёта крутизны преобразования транзисторных преобразователей частоты.
12. Назначение деталей и элементов принципиальной схемы макета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сифоров В.И. (ред.) Радиоприемные устройства. "Сов.радио",1974.
2. Екимов В.Д., Павлов К.М. Радиоприемные устройства,"Связь",1975.

Лабораторная работа №4 «Амплитудные детекторы»

1. Цель работы: Изучение принципа действия амплитудного детектора и экспериментальное исследование процессов в последовательном диодном детекторе с разделенной нагрузкой.

2. Краткое содержание теоретических сведений Изложение теоретических сведений студенты могут найти:

- В лекционных материалах студентов;
- В приложении к данной лабораторной работе;
- В ниже рекомендуемой литературе;

4. Домашнее задание студентам

1. Изучить по указанной выше литературе принципы действия амплитудных детекторов;
2. Изучить варианты схем построения амплитудных детекторов,
3. Изучить работу последовательного диодного детектора в режиме детектирования слабых и сильных сигналов,
4. Изучить причины появления и способы устранения нелинейных искажений при детектировании АМ колебаний,
5. Ответить на контрольные вопросы - см. «Приложение» к данной лабораторной работе.

6. Порядок выполнения работы

Задание 1. Исследование влияния амплитуды входного сигнала и величины сопротивления нагрузки амплитудного детектора на угол отсечки тока диода.

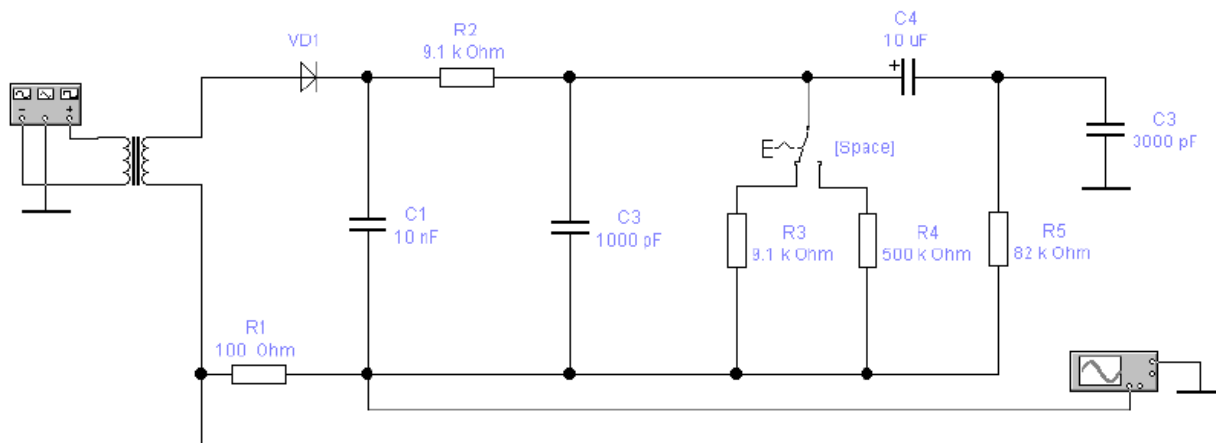
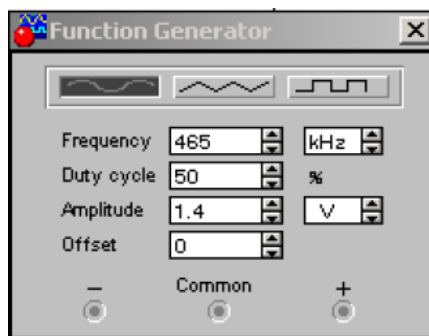


Рис. 1

Для измерения нужно подать немодулированный гармониче-ский сигнал с частотой $f_c = 465$ кГц и амплитудой $U_{вх0} = 5$ В. Для этого необходимо открыть Function Generator и ввести приведенные выше параметры входного сигнала



Откройте осциллограф двойным нажатием левой кнопки мыши (на oscilloscope) и зарисуйте осциллограммы тока диода при двух значениях сопротивлений нагрузки: R_2+R_3 или R_2+R_4 . Для этого необходимо подключить ключом (Space) сна-чала R_3 , а потом R_4 . Обратите внимание на изменение (или постоянство) угла отсечки тока диода от нагрузки.

Для правильного выполнения работы добейтесь, чтобы на осциллографе отображался один период тока диода, а амплитуда была максимально большой. Это корректируется в окошках “time base” и “Channel A”. Угол отсечки удобнее измерять маркерами, которые находятся с левой и с правой стороны осциллографа; первый устанавливается в начале роста тока диода, а второй в момент, когда ток диода равен нулю. Сравнить раз-ницу можно, посмотрев на поле T1-T2 в Oscilloscope. Затем увеличьте амплитуду сигнала $U_{вх0}$ в 2 раза и проверьте изменение (или постоянство) угла отсечки тока диода от $U_{вх0}$. В отчете необходимо отобразить изменение (или

постоянство) угла отсечки тока диода в зависимости от амплитуды входного сигнала и от изменения величины нагрузки детектора.

Задание 2. Исследование детекторных характеристик ампли-тудного детектора при двух значениях сопротивления нагрузки: R2+R3 или R2+R4

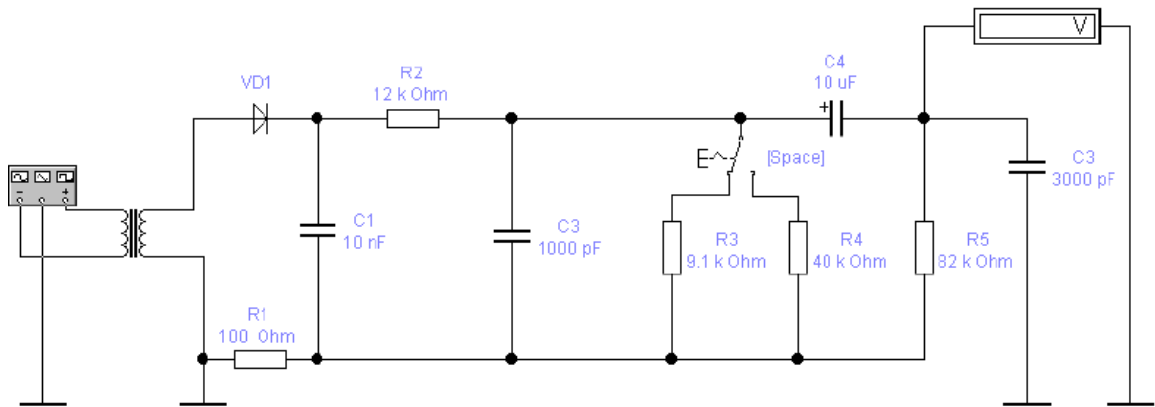


Рис.2

Изменяйте амплитуду входного немодулированного сигнала от 0 до 10В, с шагом 0.5 В. К выходу амплитудного детектора под-ключен вольтметр постоянного напряжения. По его данным заполните таблицу 1.

Таблица 1.

Сопротивление нагрузки	Величина входного напряжения, В																					
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	
U _н , В при R2+R3																						
U _н , В при R2+R4																						

Постройте по ней детекторные характеристики $U_H = f(U_{вх0})$ и определите по этим характеристикам коэффициент передачи детектора K_d для немодулированного сигнала $K_d = U_H/U_{вх0}$ при $U_{вх0} = 1,5$ В. По этим же характеристикам вычислите коэффициент передачи детектора K_d для АМ сигнала

$$K_d = \Delta U_H / \Delta U_{вх0} = (2U_{\Omega}) / (2mU_{вх0}) = U_{\Omega} / (mU_{вх0})$$

при $m = 0,8$ и $U_{вх0} = 1,5$ В.

Задание 3. Исследование линейности детекторной характеристики (отсутствие искажений в сигнале на выходе детектора) при максимально возможной амплитуде входного сигнала $U_{вх0}$.

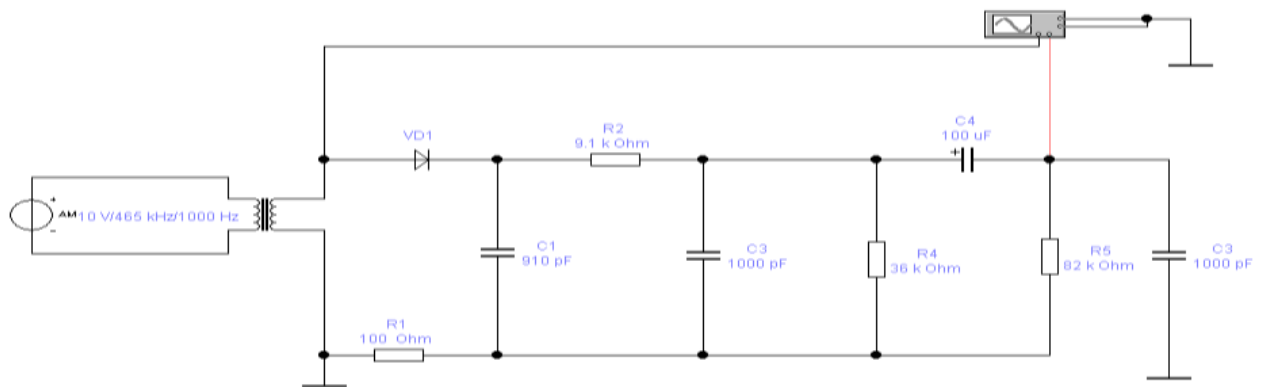


Рис. 3.

Подайте на вход детектора АМ сигнал с амплитудой $U_{вх0\max} = 10$ В, частотой модуляции $F = 1000$ Гц и глубиной модуляции $m = 80\%$. Для этого двойным нажатием левой кнопки мыши на генераторе АМ сигнала открыть меню параметров генератора, установить соответствующие значения величин (см. рис. 4)

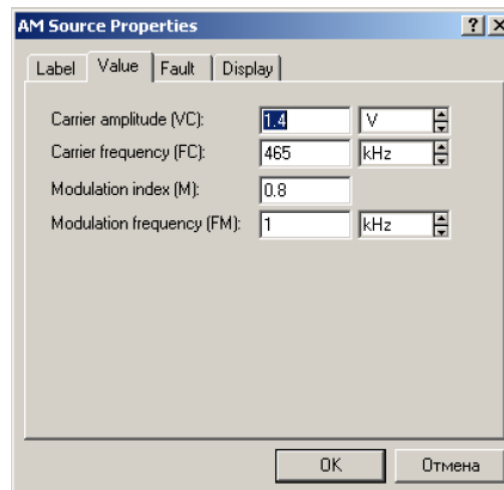


Рис. 4.

К выходу детектора подключен осциллограф. Убедитесь в наличии там неискаженного продетектированного гармонического сигнала ($F=1000$ Гц, $m = 80\%$). Зарисуйте осциллограммы входного и выходного сигналов соответственно (на одном графике).

Задание 4. Исследование влияния постоянной времени нагрузки детектора на работу амплитудного детектора.

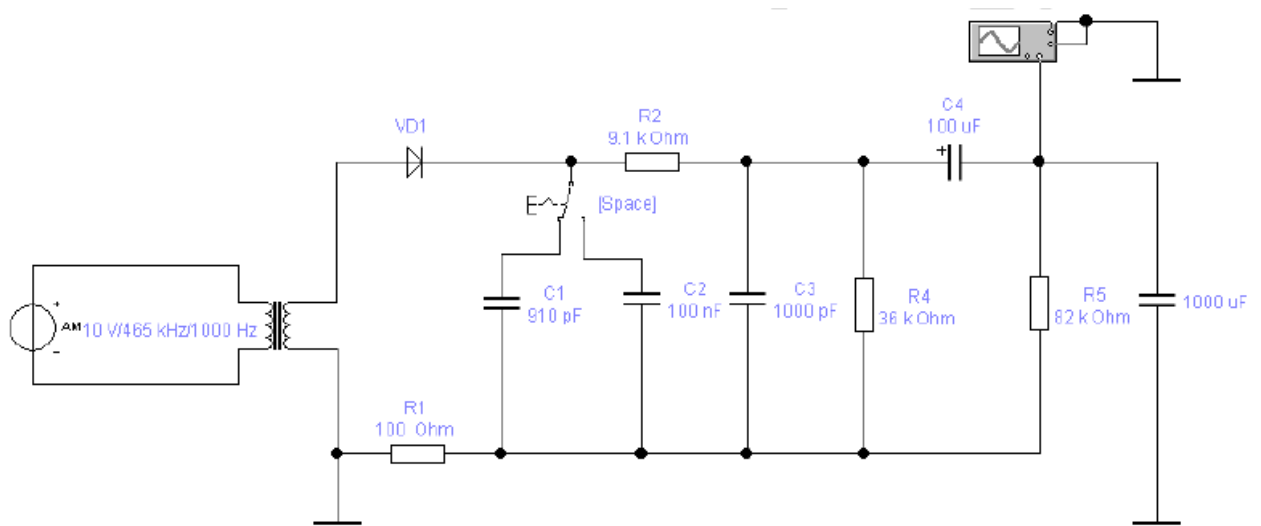


Рис. 5

Установите те же параметры сигнала как в задании 3. К выходу детектора подключен осциллограф. Несколько раз переключите емкости $C1$ или $C2$ ключом «Space». Обратите внимание на характер нелинейных искажений протестированного сигнала при включении $C2 \gg C1$. Зарисуйте неискаженный и искаженный протестированный сигналы.

Задание 5. Исследование влияния разделительного конденсатора на выходной сигнал детектора.

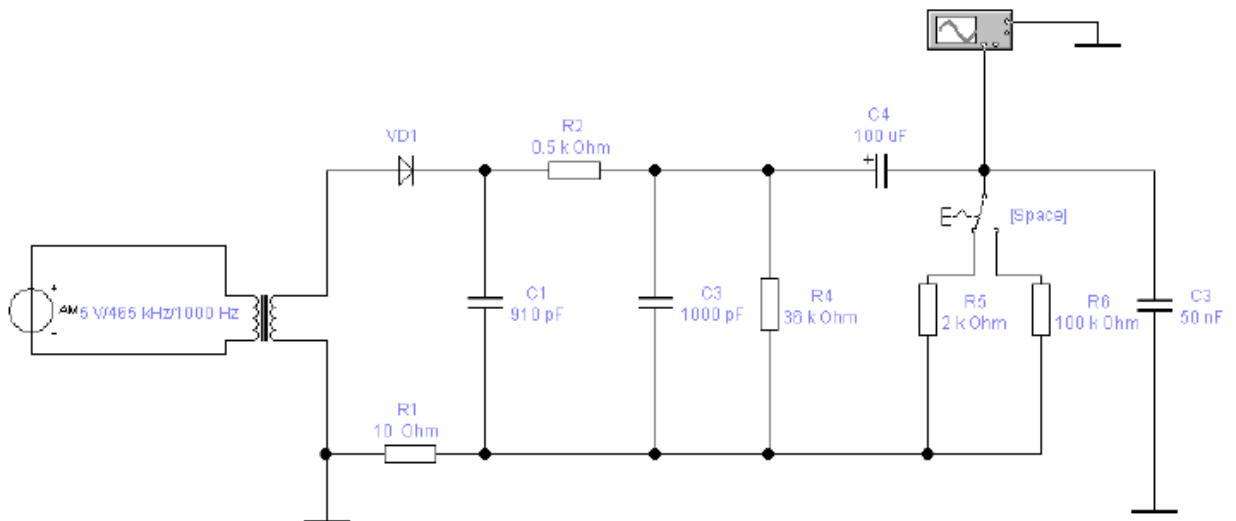


Рис. 6.

К выходу детектора подключен осциллограф. Несколько раз переключите $R5$ или $R6$ ключом «Space». Обратите внимание на характер нелинейных искажений протестированного сигнала. Зарисуйте неискаженный и искаженный протестированный сигналы.

Задание 6. Исследование влияния разделенной нагрузки ам-плитудного детектора на коэффициент фильтрации несущей частоты

Для выполнения этого пункта лабораторной работы необходимо проделать все действия, перечисленные в пункте 5, в открывшемся окне выбрать курсором «Lab_AM_6» и дать команду «ОК» (см. рис. 7).

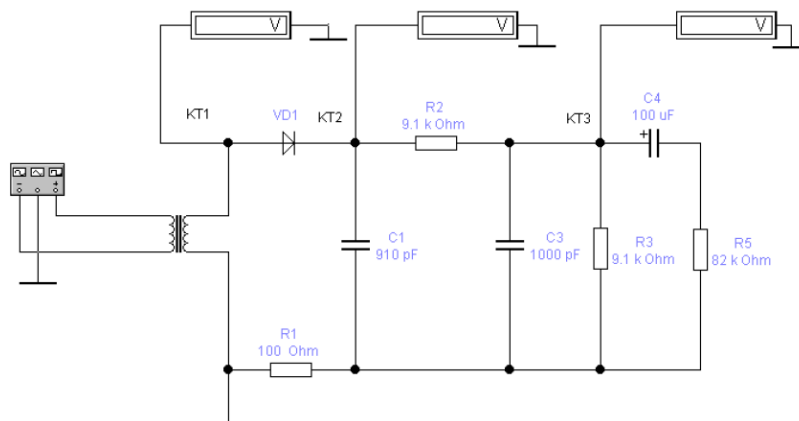


Рис. 7 Измерьте вольтметром переменного напряжения действующие напряжения U_1 в точке КТ1, U_2 в точке КТ2, U_3 в точке КТ3. Затем определите коэффициенты фильтрации

$K_{\phi 1}$ и $K_{\phi 2}$:

$$K_{\phi 1} = \frac{U_1}{U_2}, \quad K_{\phi 2} = \frac{U_1}{U_3}$$

7.1. Контрольные вопросы по теме «Амплитудные детекторы»

1. Что такое детектор сигнала?
2. Приведите классификацию детекторов по виду радиосигнала
3. Приведите основные требования к амплитудным детекторам:
4. Приведите классификацию амплитудных детекторов;
5. Приведите принципиальную схему параметрического (синхронного) АД и принцип его работы.
6. В чем заключается основное отличие синхронного детектора от преобразователя частоты?
7. Приведите принцип работы диодного АД, построенного по последовательной схеме. Приведите временную и спектральную трактовки работы АД.
8. Что такое детекторная характеристика АД и как по ней определяются коэффициенты передачи для немодулированного и модулированных сигналов?
9. Как определяются детекторная характеристика и коэффициенты передачи в режиме сильного сигнала для немодулированного и модулированных сигналов последовательного амплитудного детектора?
10. В чем особенность работы последовательного амплитудного детектора в режиме детектирования слабых сигналов?

11. Как определяется угол отсечки тока диода детектора в режиме сильного сигнала? Как он зависит от сопротивления нагрузки R_n ?
12. Приведите принципиальную схему эмиттерного детектора и принцип его работы.
13. Приведите принципиальную схему диодного детектора с удвоением напряжения и принцип его работы.
14. Приведите принципиальную схему синхронного амплитудного детектора на операционном усилителе и принцип его работы.
15. Приведите особенности определения входного сопротивления последовательного диодного АД и его зависимость от сопротивления нагрузки.
16. Приведите особенности определения входного сопротивления параллельного диодного АД и его зависимость от сопротивления нагрузки.
17. Приведите перечень причин возникновения нелинейных искажений при детектировании АМ колебаний и основные методы их устранения.
18. Приведите особенности работы детектора с разделенной нагрузкой.
19. В чем заключаются особенности работы линейного без-инерционного амплитудного детектора при воздействии двух колебаний при наличии и отсутствии модуляции?
20. В чем заключаются особенности работы линейного инерционного амплитудного детектора при воздействии двух колебаний при наличии и отсутствии модуляции?
21. Приведите схему детектора радиоимпульсов, принцип его работы и диаграммы, отображающие работу детектора радиоимпульсов.
22. Какие переходные процессы имеют место при детектировании радиоимпульсов и к чему они приводят?
23. Приведите схему пикового детектора, особенности его работы, а также временную и спектральную трактовки его работы.

Лабораторная работа №5 Индикация в радиоприемниках

1.Цель работы: Изучение принципов индикации сигналов, с использованием спектроанализатора Advantest spectrum analyzer R3273.

Подготовка к работе

Собрать экспериментальную установку по схеме, приведенной на рис. 1

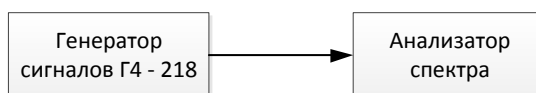


Рис. 1 Схема экспериментальной установки

1 Включить приборы.

2.Проведение калибровки спектроанализатора. Перед проведением калибровки рекомендуется прогреть прибор в течении 10-15 минут, тогда уход параметров после калибровки будет существенно меньше, чем если бы калибровка была проведена холодного прибора.

2 Прибор позволяет проводить калибровка различных параметров (таких как неравномерность АЧХ, уровни передачи аттенюатора) по отдельности, что позволяет исключить ненужные действия системы автокалибровки и уменьшает время проведения ее выполнения. Однако при этом надо точно знать, какие функции не будут использованы, ввиду чего рекомендуется проводить полную автокалибровку. Порядок проведения указан ниже:

а) Соединить кабелем с соответствующими разъемами соединители INPUT и CAL OUT на передней панели прибора.

б) Нажать кнопки SHIFT и 7 (CAL). На экран выведется калибровочное меню, как показано на рисунке 1.

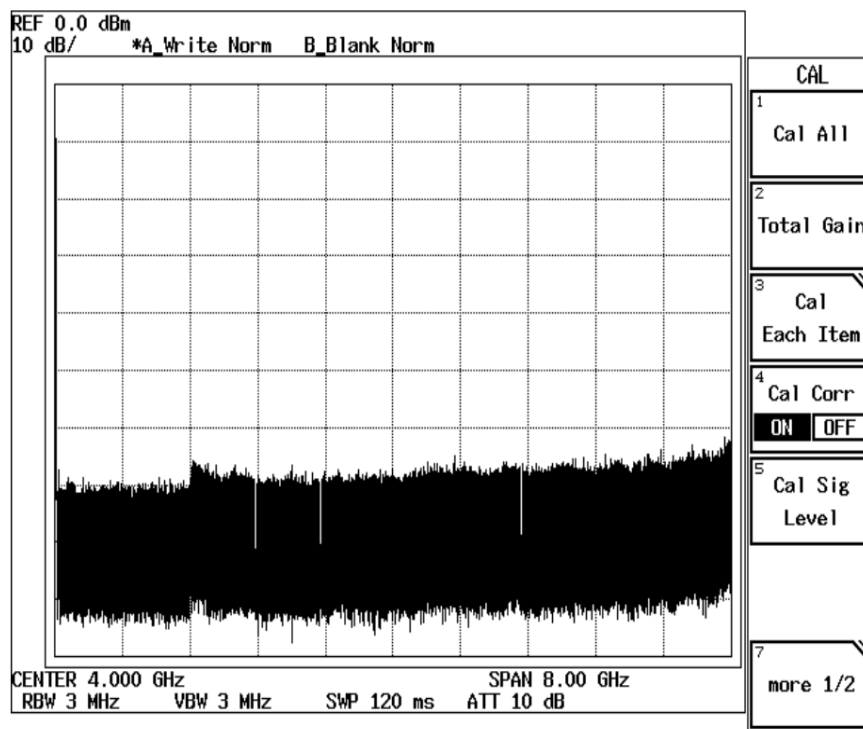


Рисунок 1. Меню калибровки.

Самокалибровка выполняется довольно продолжительное время, порядка 6 минут. После завершения процедуры калибровки прибор готов к использованию.

Проведение работы

Перед проведением измерений установить требуемый диапазон частот и разрешение, а также коэффициент передачи аттенюатора с целью исключения перегрузки прибора и достижения максимального динамического диапазона.

1 Установку диапазона частот следует проводить таким образом, чтобы поместился весь интересующий спектр сигнала плюс запас в 20...30 % с каждой стороны. Установку диапазона частот можно выполнить двумя путями: указав центральную частоту и диапазон перестройки либо указав начальную и конечную частоты диапазона. Для большинства задач удобнее первый способ:

а) Нажать кнопку **FREQ**, затем набрать на цифровой панели нужную центральную частоту (в требуемых единицах, набираемое значение отображается в левом верхнем углу экрана), затем нажать кнопку, соответствующую единице измерения (Hz, kHz, MHz, GHz).

б) Установить ширину полосы частот. Не следует устанавливать полосу частот вдове больше центральной частоты, поскольку это приведет к ошибкам в функционировании прибора. Установку произвести нажатием кнопки **SPAN** и далее ввести требуемое значение полосы перестройки при помощи цифровой клавиатуры, затем

указать единицу измерения. Рекомендуется устанавливать полосу обзора в 1,5...2 раза больше ожидаемой ширины спектра сигнала.

в) Если уровень входного сигнала превышает 10 дБм, рекомендуется уменьшить его до уровня меньше 10 дБм, чтобы избежать влияния нелинейности входного смесителя (оптимальный уровень сигнала для проведения измерений находится в пределах -10...0 дБм). Для установки требуемой величины ослабления сигнала нажать кнопки АТТ, АТТ AUTO/MNL (выбрать MNL) и при помощи цифровой панели ввести **требуемый уровень ослабления**, затем указать единицу измерения дБ нажатием кнопки GHz(dB).

д) Установить опорный уровень сигнала так, чтобы было удобно производить визуальные измерения по шкале на экране прибора и спектрограмма не выходила по амплитуде за пределы экрана, для чего нажать кнопку LEVEL, затем при помощи цифровой панели ввести опорный уровень в дБм, ввод завершить нажатием кнопки, соответствующей использованной единице представления данных – нажать кнопку MHz(-dBm). Прибор позволяет отображать спектрограммы в логарифмическом и линейном масштабе, с различными единицами представления данных (напряжение, мощность, логарифмические величины), однако для целей ознакомления с прибором достаточно научиться работать со шкалой по умолчанию – в децибелмилливаттах, сокращенно дБм (dBm).

После того, как установлены основные параметры прибора, можно приступить к проведению курсорных измерений. Вызвать маркер можно из меню маркеров или нажатием на кнопку SRCH, после чего будет отображен простой маркер в виде точки на спектрограмме, в левом верхнем углу экрана появится надпись MARKER, под которой указывается положение маркера на оси частот. Значение маркера по вертикальной оси отображается над шкалой графика внизу справа, с указанием единицы измерения.

Управление положением маркера производится при помощи панели DISPLAY CONTROL, рисунок 2.

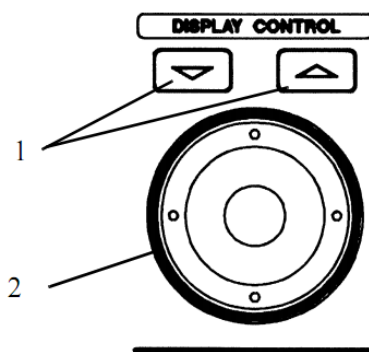


Рисунок 2. Панель управления дисплеем.

Положение маркера можно изменять при помощи кнопок 1 грубо, с шагом, соответствующим горизонтальному делению сетки графика (10 клеток). Плавное перемещение маркера производится при помощи вращающейся ручки 2. Также можно ввести положение маркера при помощи цифровой клавиатуры, указав интересующую частоту, ввод следует завершить указанием единицы измерения.

Контрольные вопросы:

1. Для чего производится калибровка спектроанализатора?
2. Как выполняется установка частоты центральной частоты спектроанализатора?
3. Как производится ослабление сигнала в анализаторе спектра?
4. Для чего используется маркер?
5. Как производится установка ширины полосы спектроанализатора?

Библиографический список

1. К. Раушер, Ф. Йанссен, Р. Минихолд. Основы спектрального анализа (Пер. с англ. проф. Смоленского С.М. под ред. проф. Гребенко Ю. А.). 2002. Германия.
2. Advantest R3273 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.metrictest.com/product_info.jsp?mfgmdl=ADV%20R3273, свободный (дата обращения: 16.02.2014).