Лабораторная работа №6

Исследование платы гетеродина профессионального приемника

Цель работы:

1. Ознакомиться с принципиальной схемой и конструктивным решением платы гетеродина.
2. Снять основные характеристики каскадов, смонтированных на плате.

Описание лабораторного макета

Лабораторный макет предназначен для ознакомления с принципиальной схемой и конструкцией платы гетеродина профессионального приемника, а также для снятия ее основных характеристик.

Макет состоит из платы приемника и корпуса, на лицевой панели которого имеется:

- электрическая принципиальная схема платы гетеродина;
- окно для визуального изучения конструкции платы;
- тумблер «вкл.–выкл.» для подключения макета к источнику питания +12 В.;
- измерительный прибор для контроля управляющего напряжения на варикапах;
- клеммы «вых.1» и «вых.2» для подключения измерительных приборов;
- кнопки переключения рода работы «1», «2», «3»;
- потенциометр «рег. $U_{упр}$» для установки управляющего напряжения на УКГ.

На задней панели макета расположен низкочастотный разъем для подключения кабеля питания.

Плата гетеродина. В профессиональном радиоприемнике плата предназначена для формирования частот гетеродина при работе радиоприемного устройства в следующих режимах работы: прием однополосного сигнала на верхней и нижней боковых полосах (ВБП, НБП), телеграфного сигнала с амплитудной модуляцией (ТЛГ), телеграфного сигнала с фазовой модуляцией (ТЛГФ).

Плата гетеродина содержит три автогенератора, стабилизированных кварцевыми резонаторами ZQ1, ZQ2, ZQ3, управляемый LC-генератор и резонансный усилитель. Автогенераторы собраны на микросхемах ДА1 и ДА2 (рис. 2; рис. 3) типа 235ХА6, которая

отличается своей многофункциональностью, может применятся в качестве смесителя, гетеродина, ограничителя, преобразователя и умножителя частоты и т.д.

Основные параметры микросхемы 235ХА6:

1. Диапазон рабочих частот — 0,1…150 МГц;
2. Крутизна проходной характеристики:

   На частоте 10 МГц, мА/В – более 12;

   На частоте 100 МГц, мА/В – не менее 5;
3. Входное сопротивление на частоте 10 МГц, кОм – не менее 1,2;
4. Выходное сопротивление, кОм – не менее 20;
5. Входная емкость, пФ – не более 15;
6. Выходная емкость, пФ не более 6;
7. Напряжение питания, В 6,3±10%;
8. Потребляемая мощность, мВт – не более 29.

Все генераторы собраны по схеме Батлера.

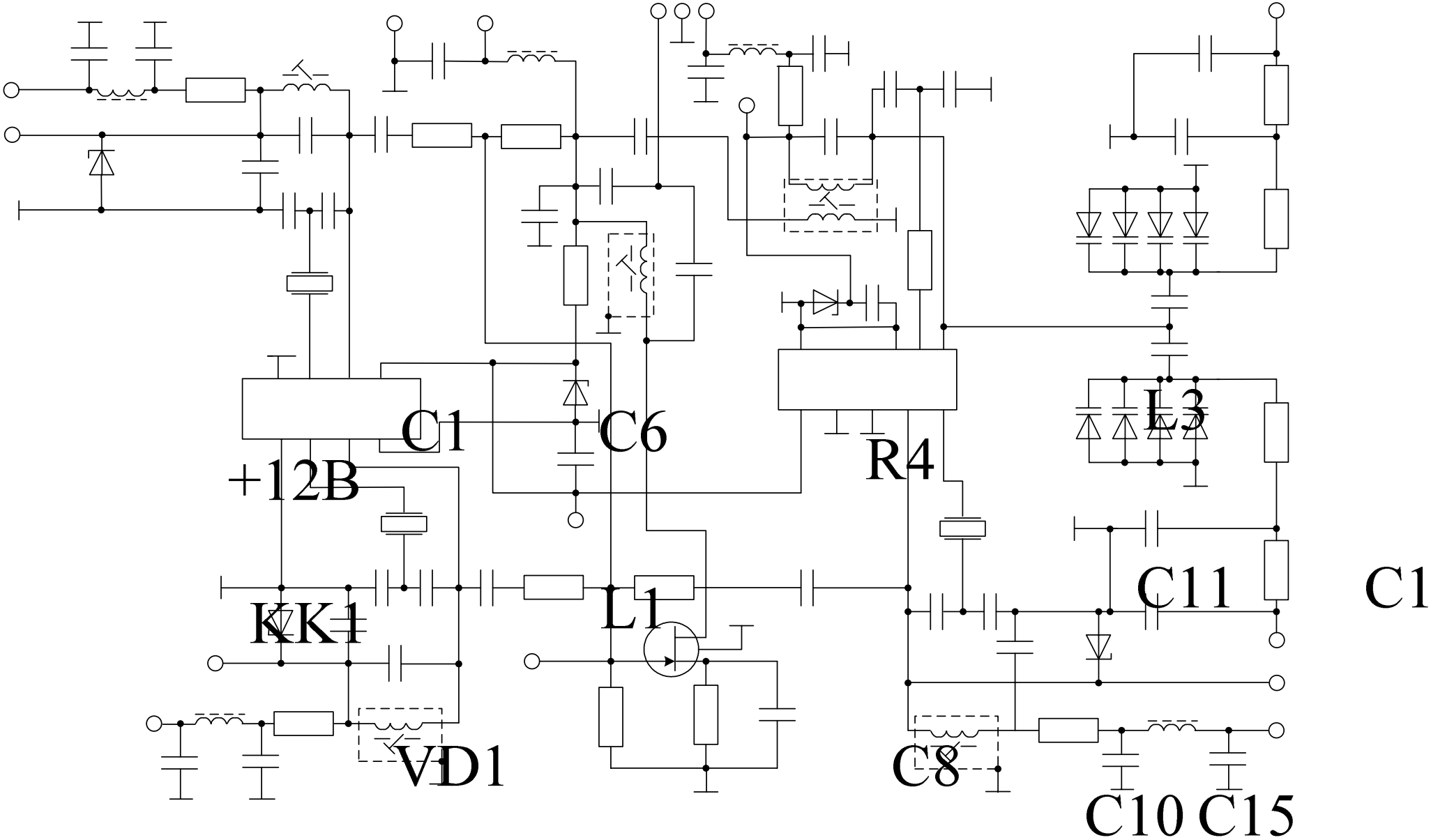
Рассмотрим назначение элементов кварцевого генератора (рис. 1, рис. 2) собранного на левой по схеме половине микросхемы ДА1 (рис.2). Автогенератор выполнен по схеме емкостной трехточки с кварцевым резонатором ZQ1 в цепи обратной связи и включением активного элемента по схеме ОБ. Реализация схемы с общей базой соединением базового вывода транзистора VT1 (рис.2) через конденсатор С4 с корпусом. Частота автогенератора определяется частотой последовательного резонатора кварцевого резонатора (на этой частоте сопротивление резонатора носит активный характер и минимально по величине). На частоте генерации общая точка конденсаторов С10 и С15 (рис.1) соединяется с эмиттером и реализуется емкостная трехточечная схема автогенератора: между базой и эмиттером включены емкость L3 и конденсатор С11, образующие колебательный контур с индуктивной реакцией на частоте последовательного резонатора кварцевого резонатора ZQ1, между базой и эмиттером — конденсатор С10, между коллектором и эмиттером — конденсатор С15. В автогенераторе приняты меры по стабилизации по постоянному току.

Схема питания коллекторной цепи – последовательная. Питание коллектора стабилизировано стабилизатором VD1, последовательно с которым включен балластный резистор R4 и параллельно — конденсатор С8 для уменьшения пульсации питания. Конденсаторы С1, С6 индуктивность L1 образуют фильтр питания. Питание базы транзистора VT1 осуществляется с помощью делителя, состоящего из резисторов R1, R2 и диода VD2. Напряжение базового делителя стабилизировано стабилизатором VD5, последовательно с которым включен резистор R14 и параллельно — конденсатор С23, элементы R15, С3 образуют фильтр. Для термостабилизации режима транзистора применен диод VD2 в базовом делителе и

глубокая ООС по постоянному току через резистор R6, включенный в эмиттер транзистора VT1. Переменное напряжение с его коллектора через конденсатор C11 и резистор R6 поступают на вход резонансного усилителя, собранного на полевом транзисторе VT5 типа 2П303Е.

На левой по схеме половине микросхемы ДА2 (рис.1, рис.3) собран управляемый LC — автогенератор по схеме с общей базой. Реализации схемы с общей базой осуществляется соединением базового вывода через конденсатор C33 (рис.3) с корпусом. Автогенератор собран по схеме емкостной трехточки: между базой и коллектором включена индуктивность L8 (её выводы 1,2) и конденсатор C33, образующие колебательный контур с индуктивной реакцией на частоте генерации; между коллектором и эмиттером — конденсатор C35, между эмиттером и базой – конденсатор C38. Параллельно колебательному контуру включены варикапы VD10…VD13, и VD14…VD17 типа КВ104А. Напряжение управления на варикапы VD10…VD13 поступает через фильтры, образованные резисторами R29, R30 и конденсаторами C47, C46; на варикапы VD14…VD17 — через фильтры, образованные резисторами R31, R32 и конденсаторами C50, C51; конденсаторы C48, C49 являются разделительными и служат для частичного подключения варикапов к контуру. Подачей напряжения на варикапы VD14…VD17 устанавливается начальное значение частоты LC — генератора (коррекция нуля); изменяя напряжение управления на варикапах VD10…VD13 можно регулировать частоту автогенератора в пределах 214,95…221 кГц. Схемы питания коллекторной и базовой цепей такие же, как и в схеме рассмотренного выше кварцевого автогенератора.

Для предотвращения влияния внешних цепей на режим автогенератором выводы всех автогенераторов подключены к входу резонансного усилителя, собранного на полевом транзисторе VT5 типа 2П303Е, такой каскад имеет высокое входное сопротивление. Нагрузкой усилителя является колебательный контур, образованный индуктивностью L6 и конденсаторами C25, C27. Выходной сигнал с резонансного усилителя снимается с клемм 1, 5. Для согласования сопротивления нагрузки с эквивалентным сопротивлением контура осуществляется частичное подключение нагрузки к контуру через емкостной делитель, образованный конденсаторами C25, C27. Питание стока — последовательное, индуктивность L5, конденсатор C22 образуют фильтр питания. Напряжение на затвор подается с делителя, образованного резисторами R13, R15. Для стабилизации режима по постоянному току в усилителе применена ООС через резистор R17, конденсатор C25 служит для устранения ООС по переменному току.


C1
C6
R4
L3
+12B
KK1
L1
C11
C1
VD1
C8
C10
C15

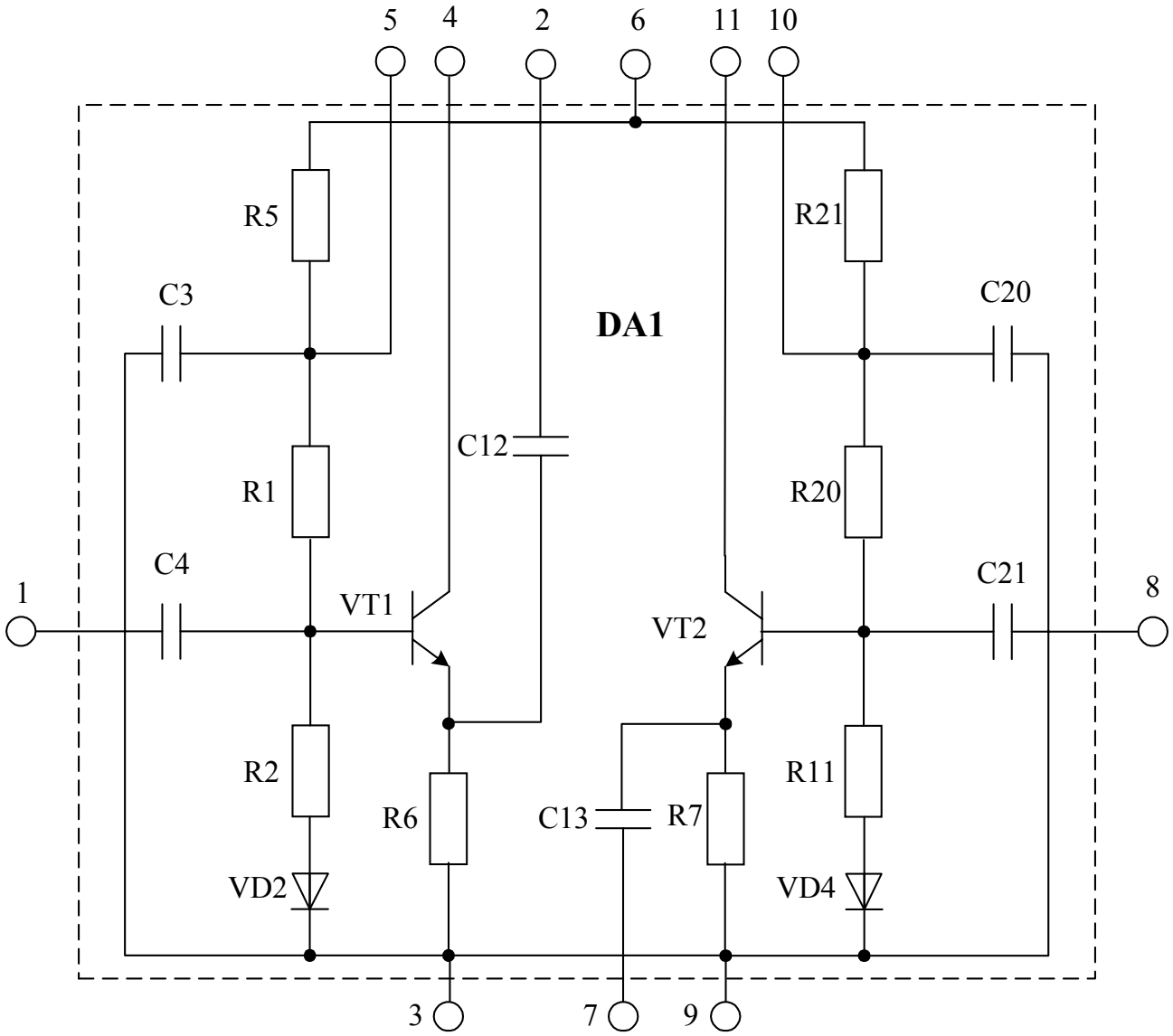


Рис.2 Схема электрическая принципиальная микросхемы DA1

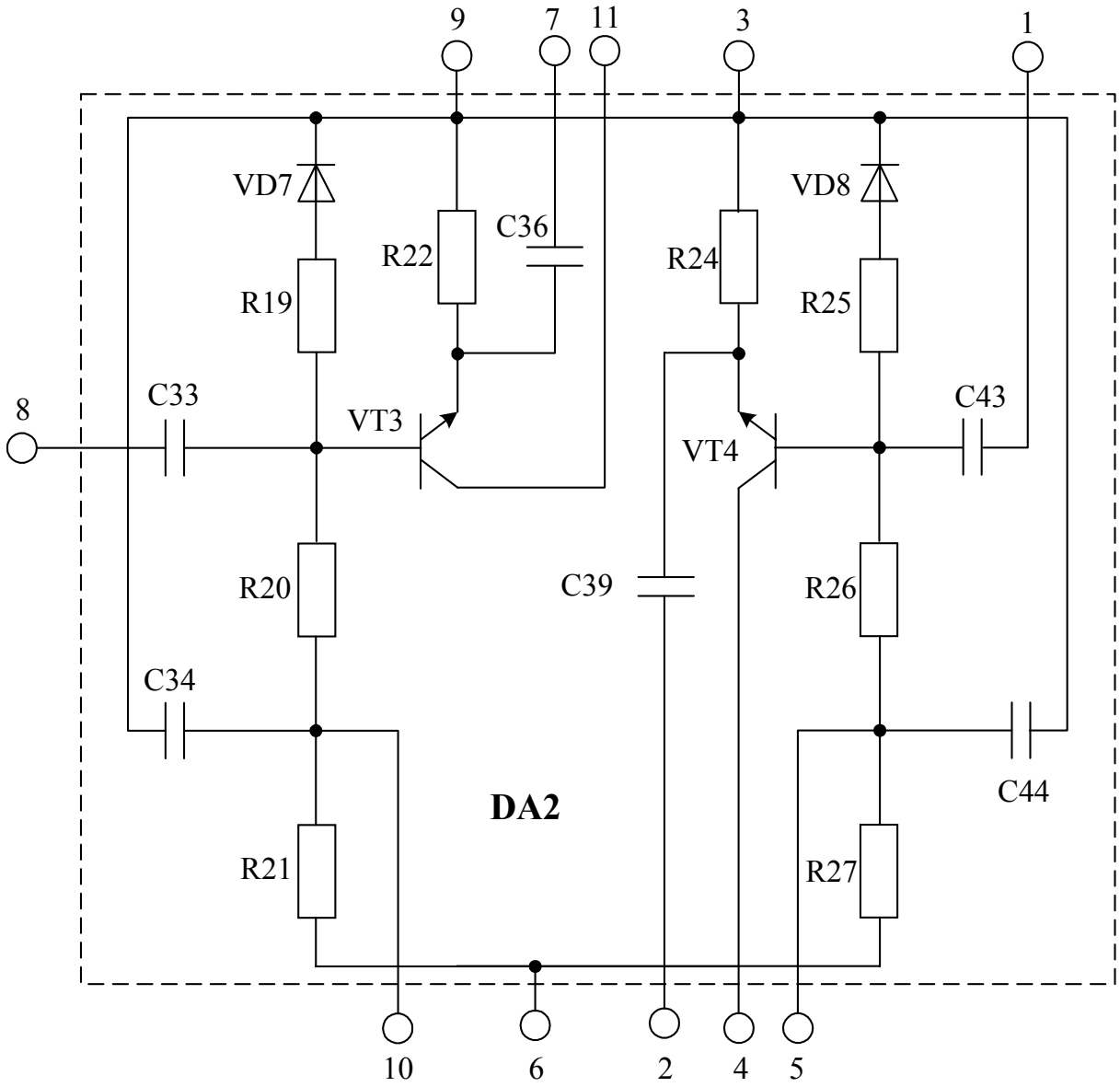


Рис.3 Схема электрическая принципиальная микросхемы DA2

Порядок выполнения работы

1. Включить тумблер «Сеть» частотомера для его прогрева. Установить режим измерения частоты и автоматического запуска частотомера. Дать прогреться не менее 40 минут.

2. Ознакомиться со схемой лабораторного макета, уяснить назначение элементов схемы, органов регулировки и контроля, их конструкцию и размещение.

3. Подготовить макет к работе, для чего подключить кабель питания к разъему на задней панели макета. К клеммам «Вых.1» подключить кабель частотомера, а к клемме «Вых.2» — кабель электронного осциллографа.

4. Получив разрешение преподавателя на выполнение работы, нажать кнопку «1» переключателя рода работ и затем поставить тумблер «Вкл. – Выкл.» В положение «Вкл.», при этом измерительный прибор покажет значение напряжения питания, поданного на макет.

5. При нажатии кнопки «1» переключателя рода работ к «Вых.1» и «Вых.2» подключится неуправляемый кварцевый генератор. Фиксировать по частотомеру значение частоты кварцевого генератора через 1–2 минуты в течении 30 минут. Полученные данные занести в таблицу. Построить график зависимости выходной частоты кварцевого генератора от времени с момента включения. Определить по графику время выхода на режим кварцевого генератора.

6. Нажать кнопку «2» переключателя рода работ. При этом будет подано питание и управляющее напряжение на управляемый LC-генератор, а его выход будет подключен к гнездам «Вых.1» и «Вых.2». Измерительный прибор покажет управляющее питание, которое можно изменять ручкой «Рег. $U_{УПР}$».

7. Снять зависимость выходной частоты управляемого LC-генератора от управляемого питания, задав значение $U_{УПР}$ от 0 до 12 В с шагом 1 В. Занести результаты в таблицу. Построить по таблице характеристику управления кварцевого генератора. Определить рабочий участок характеристики управления.

8. Отключить частотомер от «Вых.1», затем нажать кнопку «3» переключателя род работ. При этом будет подано питание только на резонансный усилитель. Вход резонансного усилителя подключается к гнездам «Вых.2», а выход — к гнездам «Вых.1».

9. Включить генератор звуковой частоты, дать ему прогреться. Установить амплитуду выходного напряжения генератора 200…300 мВ, а частоту — 200 кГц. Подключить выход генератора ко входу электронного осциллографа и проконтролировать амплитуду выходного напряжения. **ВНИМАНИЕ!** Подача на вход резонансного усилителя более высокого напряжения может вывести его из строя. После получения разрешения преподавателя подключить генератор звуковой частоты к гнездам «Вых.2», а осциллограф — к гнездам «Вых.1».

10. Снять амплитудно-частотную характеристику резонансного усилителя, изменяя частоту входного сигнала от 200 до 214 кГц с шагом 2 кГц. Амплитуду входного сигнала контролировать по прибору генератора, амплитуду выходного сигнала — по осциллографу. Полученные результаты занести в таблицу.

11. Рассчитать для каждой частоты коэффициент усиления резонансного усилителя:

$$K_{f_i} = \frac{U_{вых_{f_i}}}{U_{вх_{f_i}}}, \; i = \overline{1,8}.$$

Построить график зависимости коэффициента усиления K_{f_i} от частоты.

Содержание отчета

1. Структурные схемы выполненных измерений.
2. Результаты измерений п.п. 5, 7, 10, сведенные в таблицы.
3. Графики зависимостей, полученные в результате измерений п.п. 5, 7, 11.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Нарисуйте структурную схему радиоприемного устройства прямого усиления.
2. Нарисуйте структурную схему радиоприемного устройства супергетеродинного типа.
3. Назовите основные характеристики радиоприемных устройств.
4. Объясните назначение преобразователя частоты в радиоприемных устройствах супергетеродинного типа.
5. Объясните принцип действия и назначение элементов гетеродина, исследуемого в данной лабораторной работе.
6. Как определить избирательность радиоприемного устройства по зеркальному и соседнему каналам?
7. Как по резонансной характеристике УПЧ определить полосу пропускания?

Литература

Радиоприемные устройства/ Под ред. В.И. Сифорова. — М.: Сов. Радио , 1974, с. 5-31, 159-162, 222-227, 234, 240, 171, 272.