

Александр Гуляевский
г. Новосибирск

В статье приведено описание детекторного приемника на УКВ диапазон с частотной модуляцией.

УКВ детекторный радиоприемник с частотным детектором на биполярном транзисторе

Схема

Приведенный в статье приемник – детекторный, на УКВ диапазон с частотной модуляцией. Самым интересным в нем будет то, что применены широко распространенные детали при простоте конструкции.

Конструкция приемника имеет и недостатки: относительно непростая настройка – двумя контурами. Либо надо найти довольно редкий двухсекционный переменный конденсатор на УКВ диапазон, что позволит оба контура настроить на один диапазон и сделает настройку простой.

Радиоприемник, как и классический детекторный, не имеет источников питания – питается энергией радиоволны принимаемой станции.

Радиоприемник (рис. 1) состоит из: первичного колебательного контура (по принципу радиоприемника Шапошникова) из дипольных антенн WA1 и WA2 и первичной обмотки трансформатора T1. Далее идет блок “Сборка 1”, подробно описанная в [1], но дополненная ВЧ фильтром L2, L3, C5. ВЧ фильтр нужен для корректной работы дипольной антенны,

не превращая ее, с учетом провода наушников, в произвольный “триполь”.

Принцип работы

На колебательном контуре WA1 и WA2 и первичной обмотке трансформатора T1 выделяется полезный сигнал, далее он подается на “Сборку 1” и на выходе получается НЧ сигнал, идущий на высокоомный наушник. Контур L1, C2 при настройке приемника надо настроить на частоту первичного контура.

Детали

Все детали в приемнике легкодоступны, хотя требуют тщательной подборки для должной эффективности работы (например, постоянные конденсаторы должны быть с малыми токами утечки – это повышает чувствительность, а индуктивности лучше выполнить из посеребренной проволоки). Транзисторы (предположительно) любые биполярные с граничной частотой передачи тока не менее 400 МГц. Автор в своих испытаниях применил германиевый ГТ346А (р-п-р) и кремниевый КТ368АМ (n-р-n). Транзисторы были удобны по расположению выводов, для простоты

устройства монтажа. Допускается применять транзисторы любой полярности. Оба транзистора показали большую шумность схемы, при четком устойчивом сигнале, возможно, дело не в транзисторах.

Конструкция, настройка

При сборке конструкции (рис. 2), “Сборку 1” лучше собрать на отдельной макетной плате, размещая детали максимально близко друг от друга примерно как на принципиальной схеме, она займет примерно 8x20 отверстий с шагом 2,54 мм. Под транзистор лучше предусмотреть цанговую панельку – для экспериментов с активным элементом. Собранный правильно и из исправных деталей конструкция работает сразу, при подключении наушников. Автор испытывал успешно указанную в настоящей статье конструкцию на расстоянии 1...5 км от передающих станций, предположительной мощностью от 1 до 3 кВт. Конструкция при размере корпуса 150x60x22 мм, карманная, что делает ее мобильной.

Настройка первичного контура производится отклонением по вертикали и другими перемещениями

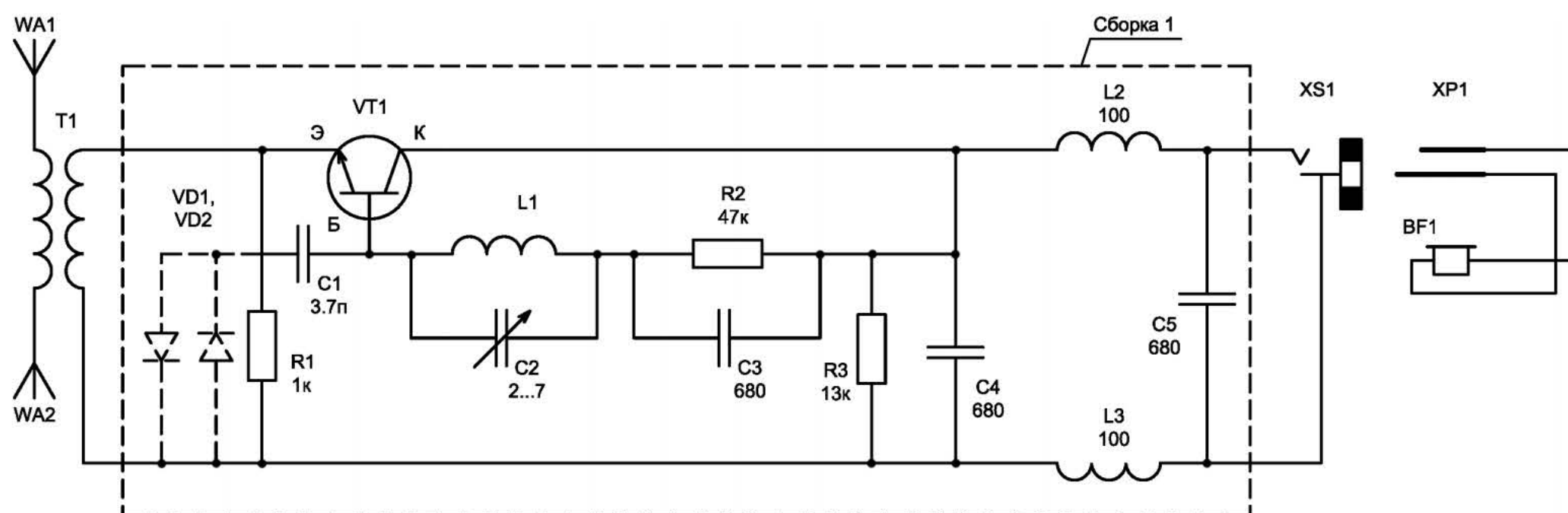


Рис. 1. Принципиальная схема 1

“РЛ” - НАЧИНАЮЩИМ

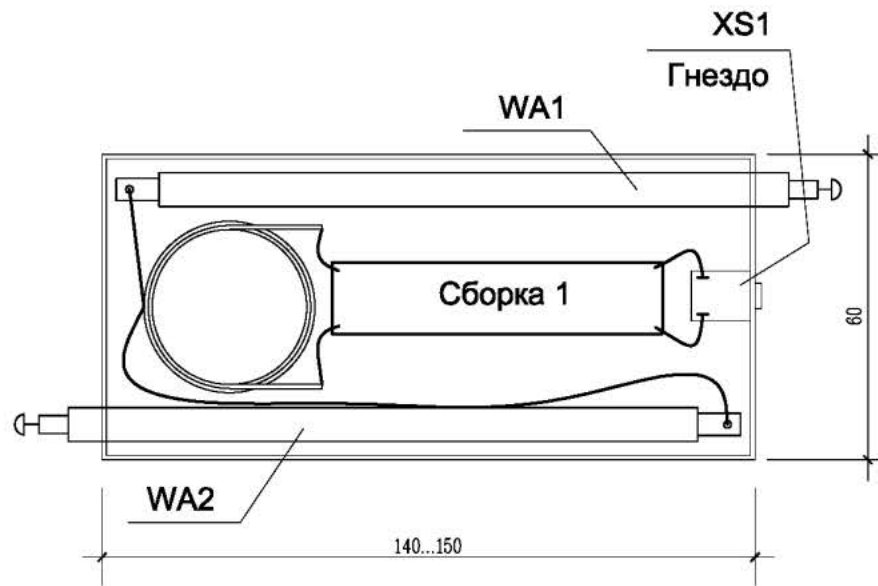


Рис. 2. Монтажная схема

в пространстве, а также изменением длины антенн.

Описание деталей

WA1 и WA2 – телескопические антенны, с длиной 150...1000 мм.

T1 – ВЧ трансформатор с отношением витков 3,5:3,5, диаметр временной оправки для намотки 2,5...3 см. Желательно использовать обмотку из проволоки толщиной 2 мм, лучше посеребреную. Не

изолированную посеребреную проволоку следует поместить в пластиковую трубку, например, от капельницы.

VD1, VD2 – кремниевые ВЧ диоды, необходимы при избыточно мощном сигнале, с чем вряд ли столкнется читатель.

VT1 – кремниевый или германиевый ВЧ транзистор (p-n-p или n-p-n), с граничной частотой передачи тока не менее 400 МГц. Германиевые

транзисторы, естественно, дают большую чувствительность.

C1 – керамический конденсатор.

L1, C2 – переменный резонансный контур на частоту 88...108 МГц, L1 – из медной или посеребренной проволоки толщиной 0,5 мм, 6-7 витков на временной оправке диаметром 4 мм. C2 – например, подстроечный конденсатор типа КТ4-23, с диапазоном 2...7 пФ.

R1, R2, R3 – обычные углеродистые резисторы, точность исполнения не принципиальна.

L2, L3 – радиочастотные дроссели 100...500 мкГн.

C3, C4, C5 – керамические, лучше высоковольтные (и другие, с малыми токами утечки) конденсаторы с емкостью 680...1500 пф.

XS1 – стерео разъем звуковой 3,5 мм, распаянный под моно подключение наушников.

XP1 и BF1 – высокоомные наушники (автор экспериментировал только с пьезокерамическими).

Ссылки

1. Экономичные транзисторные детекторы АМ и ЧМ сигналов без источников питания. -

<https://jais.ru/info/iskusstvo-shemotehniki/ekonomichnye-tranzistornye-detektory-am-i-chm-signalov/>

II. Детектор частотно-модулированных сигналов.

Принципиальная схема такого детектора приведена на рис.8.

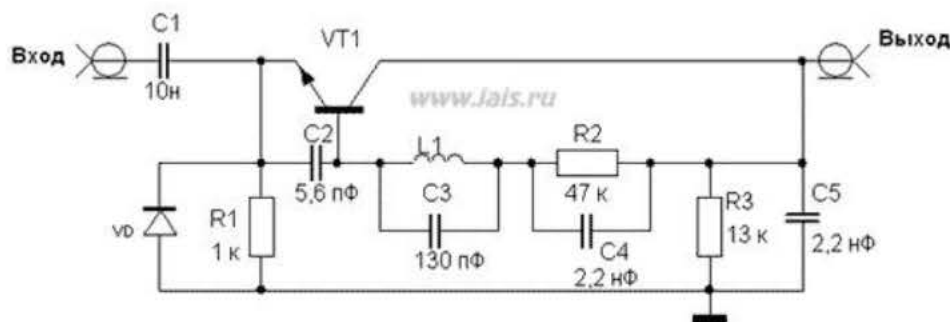


Рис. 8

Как и амплитудный детектор без источника питания, частотный детектор представляет собой транзисторный каскад с общей базой, на эмиттер которого подается входной высокочастотный сигнал через разделительный конденсатор C1. В эмиттерную цепь включены резистор смещения R1 и ограничительный диод VD (можно установить два параллельно встречно включенных диода). В базовую цепь транзистора включен параллельный колебательный контур L1C3, настроенный на частоту входного высокочастотного сигнала, а в коллекторную цепь - резистор нагрузки R3 и фильтрующий высокочастотный сигнал конденсатор C5. Смещение на базе транзистора осуществляется с помощью резистора R2 и параллельно включенного ему конденсатора C4. Цепочка R2C4 может быть подключена к коллектору, как показано на рис.8 или к общей шине. Однако в первом случае осуществляется отрицательная обратная связь по постоянному току и огибающей ЧМ-сигнала, что уменьшает нелинейные искажения и увеличивает стабильность детекторной характеристики.

При действии на входе детектора высокочастотного сигнала часть его, через емкость эмиттерно-базового перехода выделяется на колебательном контуре L1C3. Из-за высокой добротности контура напряжение на нем на резонансной частоте может быть больше величины входного сигнала, поэтому эмиттерно-базовый переход в определенные моменты может открываться при входном напряжении 200-300 мВ (т.е. порог детектирования может быть значительно меньше порогового напряжения база-эмиттерного перехода кремниевого транзистора). Для уменьшения порога детектирования между базой и эмиттером может быть включен дополнительный конденсатор небольшой емкости (C2 на рис.8).

Таким образом, на эмиттере и базе транзистора детектора действуют два высокочастотных сигнала, причем в зависимости от расстройки частот сигнала и резонансной частоты контура L1C3 фазы этих сигналов оказываются различными согласно фазо-частотной характеристики колебательного контура.

Детектирование этих сигналов приводит к возникновению в коллекторной цепи транзистора тока, зависящего от расстройки на характерной кривой детекторной характеристики с нулевым значением на резонансной частоте, отрицательным значением при частоте сигнала, меньшей резонансной частоты контура и положительным - при большей частоте.

Следует отметить, что эта характеристика реализуется при отсутствии источника питания транзисторного ЧМ-детектора.

Экспериментально измеренные детекторные характеристики ЧМ-детектора (рис.8), выполненного на транзисторе КТ368А при различных напряжениях входного сигнала и резонансной частоте контура 20 МГц, приведены на рис.9.

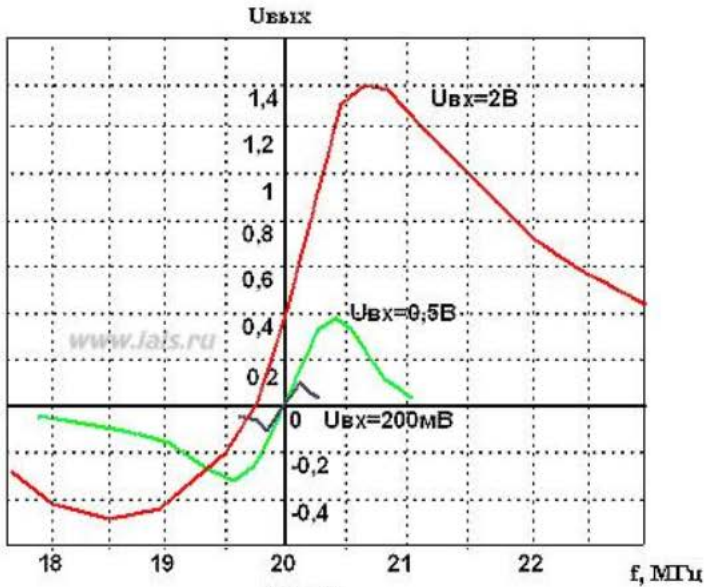


Рис. 9

Из графиков на рис.9 видно, что при небольшой величине входного напряжения до 0,5 В детекторные характеристики симметричны, линейны и проходят через нулевое значение выходного напряжения при резонансной частоте, что важно в системах автоматической подстройки частоты. Минимальное значение входного напряжения составляет 150-200 мВ. При больших значениях входного сигнала детекторная характеристика искажается и смещается влево. Это связано с насыщением транзистора при отрицательных расстройках и больших амплитудах входных сигналов. Для

исключения такого режима работы детектора необходим ограничитель входных сигналов до уровня 0,5...0,7В. Протяженность линейного участка детекторной характеристики и его крутизна зависят от величины входного сигнала, а также от добротности колебательного контура. С увеличением амплитуды входного сигнала крутизна и протяженность линейного участка детекторной характеристики увеличиваются, что особенно заметно при небольших амплитудах входного сигнала. В случае необходимости увеличить длину линейного участка детекторной характеристики можно, подключив к колебательному контуру шунтирующий резистор. Однако при этом уменьшится крутизна характеристики и увеличится значение порогового напряжения детектирования.

На рис. 10 приведена зависимость выходного напряжения модулирующего сигнала от входного высокочастотного напряжения с центральной частотой 20 МГц и девиацией частоты 50 кГц при минимальных нелинейных искажениях.

Из графика рис.10 видно, что с помощью рассматриваемого детектора возможно качественное детектирование ЧМ сигнала с минимальным напряжением 150 мВ без использования источника питания.

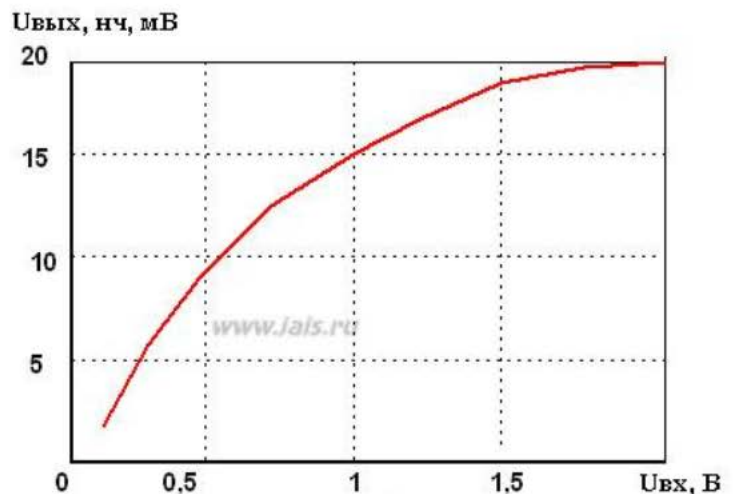


Рис. 10