

Измерение чувствительности приемника

Чувствительность приемного устройства – это один из самых главных параметров, определяющих потенциальные возможности всей вашей работы. Поэтому представляют большой интерес объективные методы определения и сравнения чувствительности различных приемников.

Самый доступный, а поэтому и самый распространенный способ определения качества приемника – это прослушивание сигналов в эфире. Очевидно, что точность подобных оценок крайне мала, так как уровень сигнала удаленной радиостанции может изменяться в десятки и даже в сотни раз. В случае, если надо сравнить два приемника или подстроить приемник по наилучшему отношению сигнал/шум, удобнее пользоваться источником сигнала, расположенным в пределах прямой видимости. Подобный маяк можно изготовить самому и расположить его у приятеля, проживающего в ближайшем доме, на расстоянии 100—500 м от вашей антенны. Мощность маяка должна быть такой, чтобы сигнал от него только в несколько раз превышал уровень шумов приемника. Тогда путем вращения антенны можно всегда подобрать необходимый уровень сигнала. Кроме того, такой источник полезен для постоянного контроля состояния не только приемника, но и антенно-фидерной системы. По маяку также можно проверить, не сбилась ли градуировка указателя поворота антенны, и оценить общую помеховую обстановку в эфире. В силу того, что требуемая мощность маяка очень мала (доли микроватта), его можно сделать достаточно экономичным и в течение длительного времени питать от сухих батарей.

Один из возможных вариантов подобного генератора показан на рис. 1.

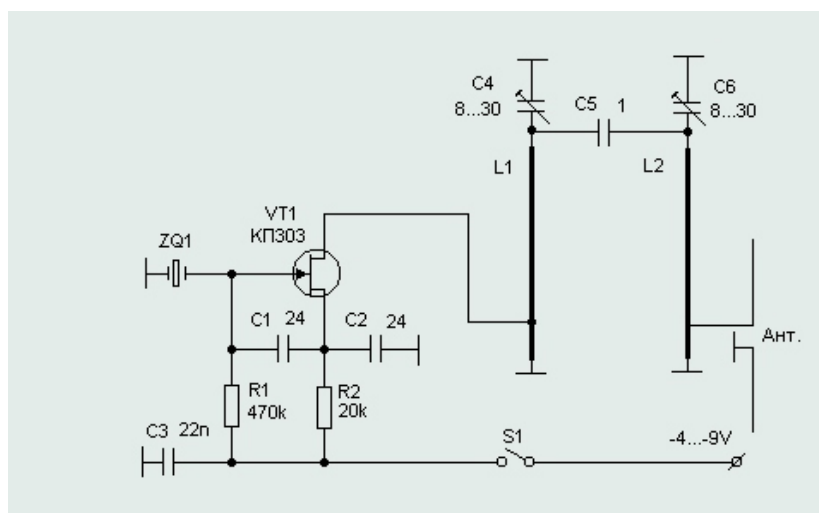


Рис. 1. Схема генератора сигналов

Генератор выполнен на полевом транзисторе и предназначен для диапазона 144—146 МГц. В схеме применен кварцевый генератор на частоту 12 МГц. Однако, вместо кварцевого резонатора на частоту 12 МГц лучше применить кварц на частоту 24 МГц, но можно также применить резонаторы на любую субгармонику частоты 144 МГц. При этом может потребоваться некоторая коррекция емкости конденсаторов C1 и C2. Конструкция полосового фильтра L1C4—L2C6 такая же, как в конвертере для 145 МГц. Регулировка сводится к

подбору режима с помощью резистора R2 и настройке полосового фильтра по максимуму сигнала. Генератор следует поместить в небольшую, герметически закрываемую или запаиваемую коробочку, снабженную дипольной антенной. Одна половина диполя (длиной $\lambda/4$) присоединяется к проходному изолятору, а вторая (также длиной $\lambda/4$) – к корпусу генератора.

Уровень сигнала надо подбирать перепайкой отводов на линиях L1 и L2 и уменьшением размера антенны. Генератор потребляет ток не более 0,3 мА, поэтому двух батареек от карманного фонаря хватает для непрерывной работы в течение 3 месяцев и более.

Аналогичный генератор по этой же схеме можно сделать и на другие диапазоны, для этого стоит только изменить контура L1C4 и L2C6 на контура соответствующих диапазонов. Конструкции контуров нужного диапазона можно взять из описанных выше схем УКВ конвертеров.

На рис. 2 приведена схема генератора, аналогичного предыдущему, но этот генератор излучает сразу три испытательных сигнала – сигнал с частотой порядка 144 МГц, сигнал с частотой 432 МГц и сигнал с частотой 1296 МГц. Эту схему создал радиолюбитель из г. Ярославля Н. Смирнов, UA3MDA.

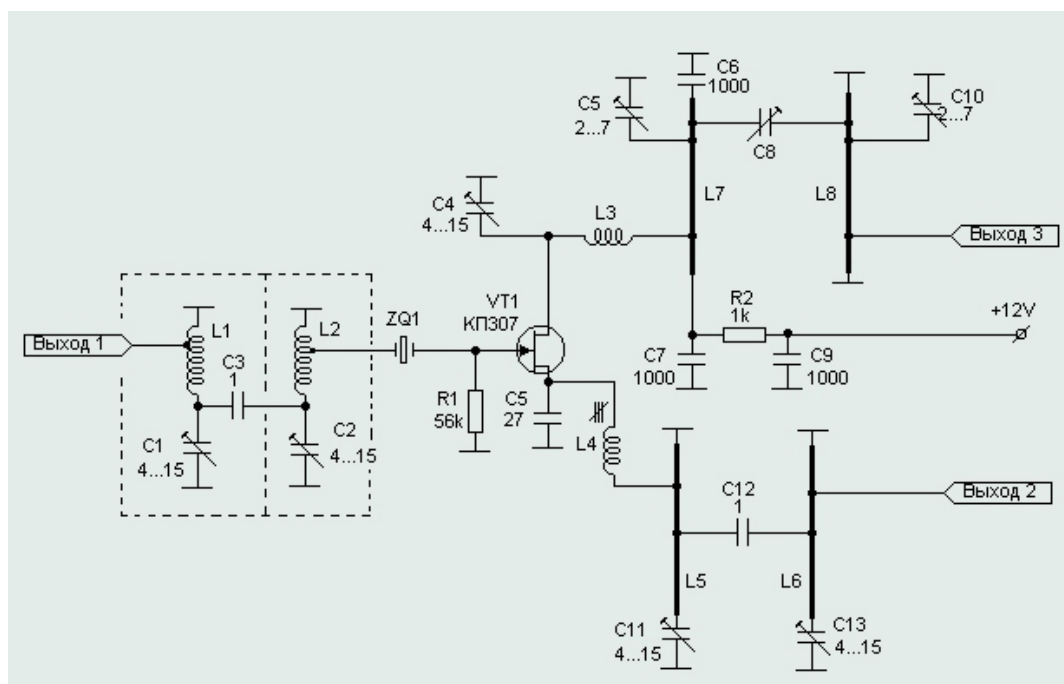


Рис. 2. Генератор испытательных сигналов

Изображенная на этом рисунке схема мною несколько упрощена по сравнению с авторским вариантом.

Кварцевый генератор выполнен на полевом транзисторе VT1. В цепи затвора включен кварцевый резонатор на частоту 12,001 МГц, который связан с контуром через L2 полосового фильтра L2C2C3 – L1C1C3 настроенного на частоту 144,012 МГц. В цепи истока транзистора VT1 включен колебательный контур L4C5, настроенный на частоту 36,003 МГц. L4 холодным концом соединяется с корпусом через L5 полосового фильтра L5C11C12 – L8C12C13, настроенного на частоту 432,036 МГц. В стоке транзистора VT1 – контур L3C4 настроен на частоту 108,009 МГц. Холодный конец L3 соединяется с корпусом по

ВЧ через L7 полосового фильтра L7C6C8 – L8C8C10, настроенного на частоту 1296,108 МГц, и блокировочные конденсаторы C7 и C8. К выходам 1,2 и 3 можно через куски коаксиального кабеля подсоединять дипольные антенны или петлю связи.

Если сигнал этого генератора используется в качестве маяка, то для удобства обнаружения сигнала маяка он может модулироваться каким-либо сигналом. UA3MDA использует в качестве модулятора электронный ключ на транзисторе KT315, управляемый формирователем телеграфного кода буквы «Ж». Формирователь выполнен на микросхемах серии K561. Полное описание конструкции описано в [4].

Связь прибора с настраиваемым устройством осуществляется посредством измерительной антенны или петли связи на конце коаксиального кабеля, подключенного к одному из выходных разъемов.

Конструктивно маячок смонтирован на дне коробки глубиной 40 мм, спаянной из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, сверху закрытой крышкой. Конденсатор C8 конструктивно выполнен из куска провода диаметром 0,8 – 1,0 мм. Катушка L4 намотана на каркасе диаметром 5 мм проводом ПЭВ – 0,3 мм, число витков 18. Подстройка осуществляется сердечником из карбонильного железа с резьбой M4. Катушка L3 бескаркасная, намотана посеребренным проводом диаметром 0,8—1,0 мм на оправке диаметром 8 мм, число витков 6, длина намотки 15 мм.

В маячке применены конденсаторы типов КМ, КТ и КПК-М. Полевой транзистор VT1 можно заменить на КП303, но при этом снизится уровень излучаемого сигнала на частоте 1296 МГц. Выводы конденсаторов C6 и C7 должны быть минимальной длины. Настройка прибора заключается в подстройке контуров L4C5, L3C4 и полосовых фильтров на соответствующие частоты, перечисленные выше.

Применение подобных вспомогательных источников сигнала позволяет достаточно объективно оценить чувствительность приемника. Но если вас интересует абсолютная оценка качества имеющегося приемника, выраженная в цифровых величинах, тогда следует серьезно заняться изучением методов измерения чувствительности. Как уже указывалось, наиболее универсальным параметром, позволяющим характеризовать чувствительность приемника, является коэффициент шума. Для измерения коэффициента шума необходимо иметь калиброванный источник шумового сигнала. В качестве такого источника нашел широкое применение ламповый диод, работающий в режиме насыщения анодного тока.

Промышленностью выпускается специальный диод типа 2Д2С, пригодный для шумовых измерений в диапазоне до нескольких сотен мегагерц. Основное достоинство подобного источника заключается в том, что имеется однозначная зависимость между интенсивностью генерируемого шума и анодным током диода. Эта зависимость описывается простым выражением:

$$N = 20,5 I_0 R k T_0,$$

где N – мощность шума на единицу полосы пропускания, Вт/Гц; I_0 – анодный ток, А; R – сопротивление нагрузки, Ом; k – постоянная Больцмана; T_0 – температура окружающей среды (произведение kT_0 равно мощности тепловых шумов активного сопротивления, нагретого до температуры T_0); $1 kT_0 = 4 \cdot 10^{-21}$ Вт/Гц; 20,5 – коэффициент, имеющий размерность 1/В.

Из формулы видно, что миллиамперметр генератора шума, измеряющий анодный ток шумового диода, может быть отградуирован непосредственно в единицах kT_0 .

Достаточно подробно методика измерения шумовой характеристики УКВ приемника (или в данном случае конвертера) описана в [1] и другой специальной аппаратуре.

Описанная в этой статье УКВ аппаратура может оказать реальную помощь в начале длительного и нелегкого пути освоения спутниковой связи. Научиться принимать сигналы от спутников – это еще только половина дела. Вторая половина заключается в организации передачи сигналов на спутник и установление двусторонней радиосвязи.

Будем надеяться на то, что в нашей стране найдутся предприниматели, которые организуют серийное изготовление нужной радиолюбительской аппаратуры. А пока нужно рассчитывать только на свои силы и способности или на покупку импортной аппаратуры.

=====

Литература:

1. С. Г. Жутяев «Любительская УКВ радиостанция», Москва, «Радио и связь», 1981 год.
2. В. И. Горбатов «Любительские УКВ радиостанции на транзисторах», Москва, «Энергия», 1978 год.
3. Ю. Зирюкин «ГИР – волномер – ГВЧ», журнал «Радиолюбитель» №9, 1993 год.
4. Н. Смирнов «UHF – УКВ», журнал «CQ de U» 1988 г, Минск, «Полымя».