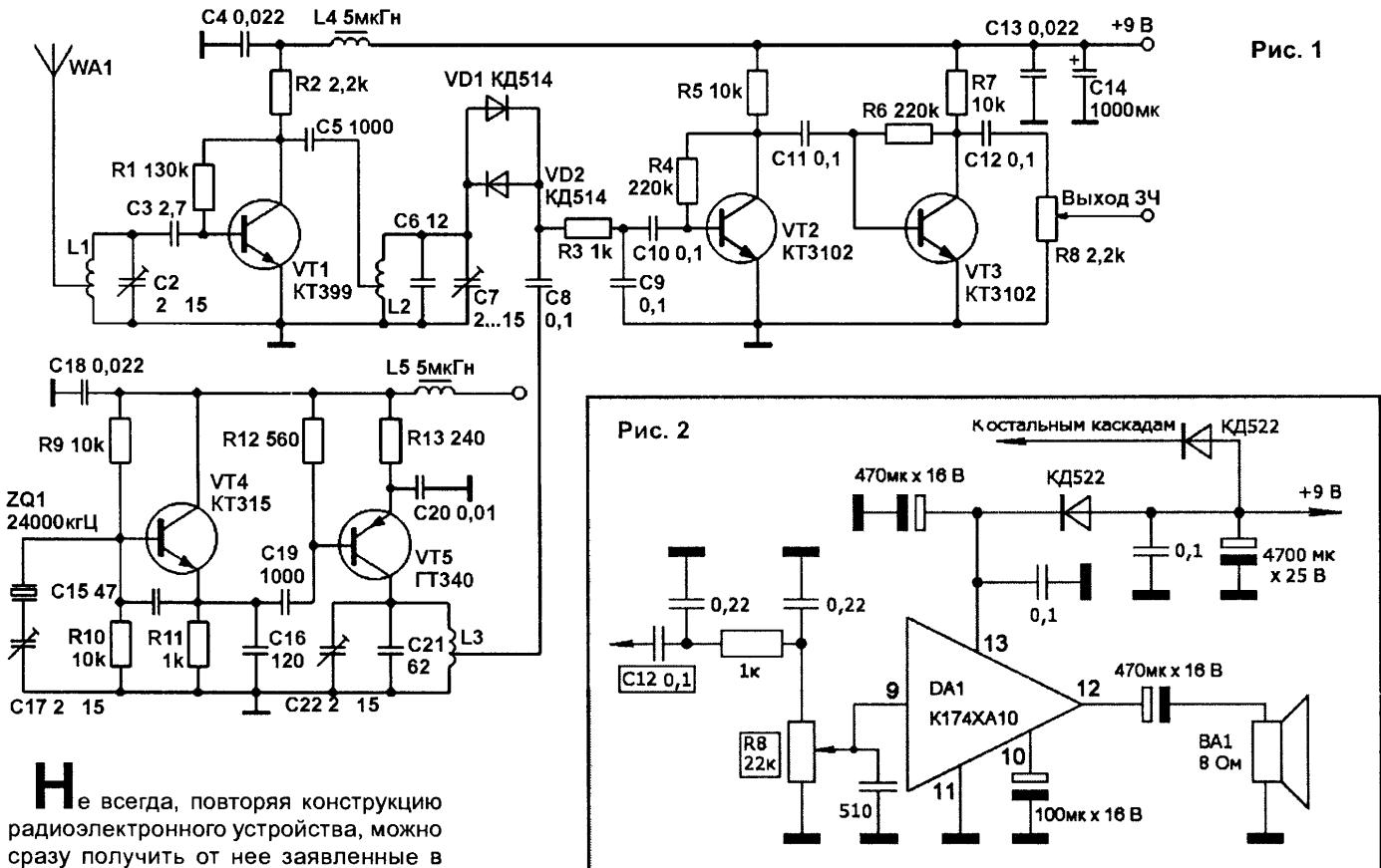


ОТ СХЕМЫ К КОНСТРУКЦИИ, ИЛИ УКРОЩЕНИЕ ПРОСТОГО ПРИЕМНИКА НА ДИАПАЗОН 2 М



Не всегда, повторяя конструкцию радиоэлектронного устройства, можно сразу получить от нее заявленные в описании параметры. В предлагаемой статье рассказывается о некоторых 'подводных камнях', на которые можно наступить при повторении простого приемника прямого преобразования на 2 м.

Странствуя по Интернету, я наткнулся на схему (рис.1) приемника прямого преобразования 2-метрового диапазона (www.cqham.ru/rx144), которая мне понравилась своей простотой и потенциально неплохими параметрами. Давний поклонник частот выше 30 МГц, я не имею нынче аппаратуры для работы на УКВ в режимах CW и SSB, поэтому решил изготовить хотя бы приемник для мониторинга обстановки вблизи DX-частоты 144050 кГц.

Прилагаемая к схеме приемника "печатка" оказалась зеркально перевернутой, и отсутствовали сведения о размещении деталей на плате. Изготовив двустороннюю печатную плату (фольга сверху — в качестве общего провода) с зеркально перевернутым рисунком проводников в качестве макетной, я установил на ней детали приемника. Схема

оконечного УЗЧ (рис.2) в оригинальном описании не приводилась, хотя было упомянуто, что оконечный УЗЧ выполнен на ИМС K174XA10. В рамках на рис.2 указаны позиционные обозначения деталей из оригинальной статьи.

Контуры L1-C2 и L2-C6-C7 (рис.1) должны быть настроены на частоту 144 МГц, контур L3-C21-C22 — на частоту 72 МГц. Все контурные катушки, используемые в конструкции, мотаются на оправке Ø 5 мм и содержат по 4 витка эмалированного провода Ø 0,5 мм, намотанных с шагом 1,5 — 2 мм (отводы — от 1 витка).

Секунувшим, как всегда перед включением новой конструкции, сердцем подал на приемник напряжение питания. Тот оказался на редкость 'непокладистым малым' ответил "звериным рыком", посистом и никак не хотел принимать сигналы ГСС, которые я услужливо подавал ему на вход.

Будь я начинающим радиолюбителем, бросил бы давно эту схему и никогда

больше к ней не возвращался. Но в том-то и дело, что давно уже азы проходил, да и конструкция простая, да и схема по всем канонам правильная.

Подключив параллельно резистору R13 амперметр, включенный на измерение постоянного напряжения, обнаружил, что транзистор VT5 не открывается (пробовал ГТ346А и ГТ346Б). Нет тока через него, значит, нет и падения напряжения на R13. Однако кварцевый резонатор ZQ1 в генераторе, собранном на транзисторе VT4, возбуждался. В этом убедился, прослушивая сигнал генератора на КВ-приемнике и об этом же свидетельствовало изменение потребляемого генератором тока (отпаивался один вывод дросселя L5, в разрыв включался миллиамперметр) при замыкании и размыкании между собой выводов кварцевого резонатора ZQ1. Следовательно, ВЧ-напряжения с кварцевого генератора недостаточно для работы утроителя, поэтому в цепь коллектора VT4 следует установить дополнительный диод.

нительный параллельный контур (рис.3), настроенный на частоту 24 МГц. Чтобы обеспечить высокую добротность этого контура и согласовать его со входом утроителя применено неполное подключение конденсатора емкостью 47 пФ к контуру и подача напряжения на базу VT5 с части его витков через конденсатор С19, вывод которого отключается от эмиттера VT4 в "родной" схеме, и емкость которого теперь должна быть 150 пФ.

Дополнительная катушка гетеродина L_{доп} была изготовлена на основе катушки ШИ 4778005 по ТУ от радиостанции "Кама-С". Диаметр каркаса — 10 мм, количество витков — 12, отвод — от середины обмотки, провод — ПСР Ø0,6 мм, длина намотки — 12 мм. Катушка снабжена экраном размерами 20x20x25 мм и имеет сердечник МРЗ с резьбой M6x0,75 для подстройки индуктивности. Имеющийся отвод от 8,5 витков в катушке не используется. При пересчете количества витков под другой диаметр каркаса можно грубо пользоваться соотношением диаметр каркаса/количество витков во сколько раз уменьшается диаметр, во столько раз увеличивается количество витков, с последующим уточнением индуктивности при настройке.

Вращением подстроичного ферритового сердечника катушки $L_{\text{доп}}$ настраиваем контур В резонанс на частоте 24 МГц по максимуму падения напряжения на резисторе R13 (рис 1) Частоту настройки контура можно проверить резонансным волномером, расположив его катушку вблизи вновь вводимого контура или подключив катушку связи к входному активному пробнику (повышающему чувствительность) цифрового частотометра и также расположив ее вблизи контура Следует отметить, что введение дополнительного контура не только повышает напряжение выбранной гармоники, но и дает возможность применения кварцевых резонаторов на частоту 8 МГц (для более устойчивой работы генератора, при этом, возможно, придется поворачивать соотношением емкостей C15/C16) При замене утроителя на удвоитель частоту настройки контура следует установить равной 36 МГц, а кварцевые резонаторы применять на 36 МГц (обертонный) или на 12 МГц (обычный) Поскольку резонатор возбуждается в цепи базы-эмиттера VT4, возможно выделение контуром гармоник с первой по пятую включительно, что с учетом выбора коэффициента умножения частоты в гетеродине значительно расширяет выбор частот кварцевых резонаторов, которые могут быть использованы радиолюбителем

Катушка контура, как и все детали гетеродина, находящиеся под ВЧ-потенци-

алом, является источником излучения и требует тщательной экранировки, чтобы избежать попадания напряжения гетеродина на вход приемника (до детектора), что чревато фоном, подвоздуждением и дополнительными шумами. На "родной" плате приемника вход УРЧ расположен рядом с кварцевым генератором. Однако лучшим конструктивным решением было бы размещение каскадов в 'линейку', с максимальным разносом входа приемника и каскадов гетеродина, чтобы их "встреча" произошла у смесителя, в центральной части платы. Однако желание минимизировать размеры конструкции приводит к "сворачиванию" трактов в единое компактное целое. Для развязки каскадов в этом случае необходима не только установка экранов между трактами, но и разделение 'общего' провода т.e. разрезание фольги между трактами УРЧ и гетеродина на плате и установка между ними сквозного (через плату) экрана, вплоть до размещения вышеупомянутых трактов на отдельных платах и припаивания их к вертикальному экрану с разных сторон от него, до полной экранировки гетеродина.

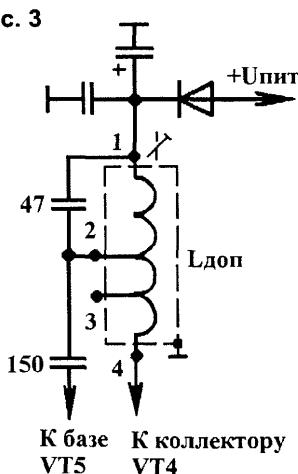
Большое значение при двусторонней печатной плате имеет "прошивка" об щего провода, т.е соединение "земляных" участков фольги верхней и нижней сторон печатной платы короткими проводящими перемычками равномерно по всей ее площади и периферии (чем чаще, тем лучше, особенно между печатными проводниками и площадками, которые нужно развязать, а также вдоль экранов)

Обратила на себя внимание склонность приемника к микрофонному эффекту, вызываемому жестким креплением к плате кварцевого резонатора и контуров (особенно выходного, настроенного на 72 МГц и не имеющего сердечника, а, значит, обладающего большим

полем рассеяния, в которое попадает "мембрана" фольги Печатной платы, которая, колеблясь при акустической на-водке или механическом воздействии, приводит к фазовой модуляции сигнала гетеродина) Небольшую долю в "микро-фонный эффект" вносят и керамические конденсаторы приемника, обладающие пьезоэлектрическим эффектом При большом усилении по низкой частоте, коим обладает этот приемник, и особенно при работе на громкоговоритель устройство переходит в режим генерации Для устранения этого эффекта пришлось воспользоваться куском поролона, проложив его под корпус кварцевого резонатора Металлический корпус ре-зонатора соединен пайкой с общим про-водом с помощью отрезка мягкой экра-нирующей оплетки Кроме того, внутрь катушки L3 и под нее проложены демп-фицирующие полоски поролона Таким же образом можно демпфировать и кера-мические конденсаторы Также можно применять для демпфирования воск, парафин, стеарин и мягкие непроводя-щие клеи

Тем не менее, на "зудящей" ноте продолжал возбуждаться УЗЧ приемника "Полазив" изрядно по монтажной плате с развязывающими конденсаторами, подключая их тут и там, я сделал вывод, что возбуждение происходит по причине "завязки" через общий источник питания. Чтобы "не лишать" каскады приемника достаточно высокого напряжения питания, которое способствует увеличению динамического диапазона, я отказался от применения резисторов в фильтрах питания, а подходящие дроссели отсутствовали. Кроме того, они явились бы абсорберами и излучателями нежелательных колебаний, будучи связаны по полю с катушками приемника из-за малого объема монтажа. Поэтому я применил для развязки диоды первых попавшихся под руку типов (КД521, КД522, Д220), в том числе, заменив диодами и имевшиеся в схеме дроссели L4 и L5. Правило здесь такое из точки подвода питания на плату, имеющей свою развязку на общий провод (параллельно включенные конденсаторы 4700 мкФх25 В и 68 100 нФ), к каждому каскаду напряжение питания подается через свой индивидуальный диод, после которого следует комбинированная развязка. Желательно все соединения (диод, нагрузка, развязка) выполнить в одной точке, прямо у нагрузки. Развязки после каждого диода осуществляются параллельно включенными конденсаторами 220 470 мкФх16 В и 0,047 0,1 мкФ (лучше в разных комбинациях). На практике оказалось достаточно запитать отдельно через диод микросхему K174XA10, подключив развязывающие конденсаторы

Рис. 3



(важно!) непосредственно к ее выводам питания, а также гетеродин, каскады которого все же последовательно разделены по питанию диодами, и предварительный УЗЧ, каскады которого также последовательно разделены по питанию диодами. Преимущества установки диодов очевидны: минимальное падение напряжения питания и защита активных элементов при случайной переполюсовке питания. Однако в таком решении есть и недостаток — возможно детектирование **очень** мощных ВЧ-наводок, поступающих на цепи питания. Метод борьбы с этим явлением — входные питающие провода должны быть или минимальной длины, или развязаны по ВЧ простейшим фильтром. Правильно сконструированная плата должна содержать минимум поверхности проводников питания и быть упакованной в экранирующий корпус — меры, не лишние в любой обстановке. При работе совместно с передатчиком параллельно антенному входу приемника следует включить встречно-параллельно два защитных диода (разумеется, антенна подключается ко входу приемника только в режиме приема). Питание приемника на время передачи следует выключать. Все выводы деталей должны быть минимальной необходимой длины.

Итак, приемник зазвучал "ласковее". Подав на его вход напряжение от ГСС частотой 144 МГц, я сначала настроил приемник по максимуму сигнала (по мере настройки уменьшая выходной уровень с ГСС), последовательно вращая роторы подстроек конденсаторов С22, С7, С2. Этую процедуру повторил несколько раз, добиваясь наиболее приятного звучания устройства. Затем, установив на ГСС частоту 144050 кГц и вращая ротор конденсатора С17, перестроил приемник до получения комфордного (по высоте тона) звука (например, 800 Гц) и снова повторил несколько раз обозначенную выше процедуру настройки, скорректировав на этот раз и настройку вновь введенного в гетеродин контура. При уменьшении емкости конденсатора С17 (уведя частоту вверх) выходное напряжение гетеродина падает, поэтому дополнительный контур гетеродина должен быть настроен ближе к верхнему краю диапазона перестройки (до-стижимой при уведе частоты) кварцевого генератора. Желательно иметь КПЕ с воздушным диэлектриком и минимальной емкостью (около 2.. 3 пФ). При использовании подстроек конденсатора емкостью 4...15 пФ частоту резонатора на 24 МГц удалось максимально увести приблизительно на 12 кГц, что в результате позволило перестраивать приемник в участке 144000..144070 кГц.

Чувствительность приемника оказалась такой, что на подключенный к отводу катушки L1 проводок длиной 20 см сигнал ГСС принимался по всей комнате при отключенном сигнальном кабеле и установленных на минимум всех ручках аттенюаторов и регулятора выходного напряжения.

Однако уровень шумов приемника оставался значительным, и небольшие "поскрипывания" говорили о том, что где-то еще есть заковыка.. Просмотрев еще раз внимательно монтаж, я пришел к выводу, что "заязки" способствуют как длинные провода, идущие к громкоговорителю, так и излучение (!) переходного (на динамик) разделительного конденсатора микросхемного УНЧ, который, находясь конструктивно вблизи выходного контура гетеродина, модулирует его. Пришло сначала уменьшить объем монтажа на входе УЗЧ. Затем проводами, идущими к громкоговорителю, намотать на первом попавшемся ферритовом колечке пяток витков у места подключения громкоговорителя на плате, и наконец, изготовить из белой жести экранирующий колпачок, который одевается на оксидный конденсатор (переходной на динамическую головку) и припаивается к экранирующей фольге сверху платы в трех точках по окружности (колпачок не должен иметь контакта с алюминиевым корпусом конденсатора).

Хруст и щелчки исчезли, а для устранения шума необходимо ограничить полосу пропускания УЗЧ, применив ФНЧ. Для этого параллельно резисторам смещения предварительных каскадов УЗЧ R4 и R6 следует подключить конденсаторы емкостью 270...330 пФ, а на выходе предварительного УЗЧ (между С12 и R8) включить П-образный ФНЧ, состоящий из резистора со сопротивлением 1 кОм и двух конденсаторов емкостью 0,1..0,22 мКФ (ФНЧ, в котором установлены конденсаторы большей емкости, будет более узкополосным и, следовательно, будет иметь меньший уровень шумов). Потенциометр R8 имеет сопротивление 22 кОм (хотя в авторском варианте указан резистор 2,2 кОм). Непосредственно с вывода 9 (входа) ИМС K174XA10 на общий провод включен конденсатор емкостью 510 пФ.

В смесителе были опробованы диоды 2Д922А, но, как оказалось, этим диодам лучше работать на более низких частотах. К тому же, по сравнению с КД514А, они требуют несколько иного уровня напряжения гетеродина, сильнее нагружают его и очень хрупки механически. Выводы диодов смесителя следуют укоротить до предела и впаять (не перегревая) их подобно SMD-элементам между площадками фольги мини-

мального размера прямо со стороны печатных проводников платы. Выводы всех деталей следует оставлять разумно короткими.

Настроенный при напряжении питания 7 В, приемник удовлетворительно работает в диапазоне питающих напряжений 6...11,5 В. При понижении напряжения питания чувствительность приемника ухудшается. Экранирующий колпачок на потенциометре регулятора громкости соединен с общим проводом. При применении заземления и питания от лабораторного блока питания китайского производства SHENZHEN MASTECH HY3020 (0...30 В, 0...20 А) фон переменного тока почти не прослушивался. Для повышения качества работы приемника желательно применять оксидные конденсаторы с малой утечкой (например, типа LL — меньше шумят). Для повышения помехозащищенности приемника на входе желательно установить полосовой фильтр.

Конструктивно приемник можно выполнить, опаяв плату полосками фольгированного стеклотекстолита и закрыв коробку крышками. Экран между гетеродином и ВЧ-частью приемника обязателен, я бы и полностью экранировал гетеродин. На передней торцевой стенке следует разместить ВЧ-розетку (BNC) — антенный вход и ручку КПЕ (для установки частоты гетеродина). На задней торцевой стенке расположены ответные части соединителей громкоговорителя (телефонов) и подачи питания на приемник. К приемнику может крепиться кассета для элементов автономного питания: 6 гальванических АА, 8 аккумуляторов АА, 2 плоских батареек по 4,5 В, или, в крайнем случае, под "Крону".

Проделав вышеописанные операции, удалось "укротить нрав" устройства, в общем-то, предназначенного для начинающих. Надеюсь, что проделанная мною работа не пропадет даром и поможет начинающим радиолюбителям "запускать" аналогичные конструкции.

При напряжении питания 6,3 В ток потребления приемника — около 12 мА. Приемник испытывался в условиях города при работе на суррогатную антенну (4 м провода в помещении). Схема действительно имеет довольно высокую чувствительность (чуть лучше 1 мкВ при 50 мВт на выходе УЗЧ), но низкие помехозащищенность и динамический диапазон. Следовательно, эксплуатация приемника без экранировки, качественного заземления и входных фильтров как по антенному входу, так и по питанию, проблематична. В качестве антенн лучше всего использовать стационарные резонансные с коаксиальным фидером.