

QRPP передатчик

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

E-mail: ua9laq@mail.ru

В [1] опубликовано описание простого передатчика для проведения связей пониженной мощностью. При выборе для передатчика активных компонентов (транзисторов), порой возникает проблема раскочки оконечного каскада. Причин здесь несколько, и некоторые из них имеют комплексный характер: некондиционные транзисторы, коих на просторах Родины, "благодаря" усилиям заинтересованных лиц, распространено превеликое множество, небольшое напряжение РЧ раскочки оконечного каскада из-за пониженного (с целью повышения стабильности) напряжения питания кварцевого задающего генератора (КЗГ), уменьшения КПД использования высоковольтных транзисторов в схеме с низким напряжением питания передатчика...

С целью повышения выходной мощности передатчика или, хотя бы, открывания некоторых экземпляров транзисторов выходного каскада, следует модернизировать схему входа оконечного каскада, переведя его из глубокого класса С в класс В или АВ (доведя напряжение открывания транзистора – смещения, от уровня "глухого" закрытия транзистора, который трудно преодолеть небольшому РЧ напряжению КЗГ, до точки начала открывания транзистора или немного приоткрыв его).

На рис. 1 приведена начальная схема передатчика, на рис. 2 – модернизированный узел этого передатчика. Применённый интегральный стабилизатор напряжения DA1 призван устранить колебания напряжения питания передатчика, например, при манипуляции, развязать каскады передатчика, повысив его стабильность. Однако, в этом есть и свои минусы: пониженное относительно общего

стабилизированное напряжение уменьшает выходную мощность КЗГ и раскочку оконечного каскада, поэтому, при питании передатчика напряжением 9 В (с учётом его снижения – разрядом батареи), следует применять ИМС с напряжением стабилизации 5 В (с малым падением напряжения – 6 В), при

Упит = 12 и более вольт – 6...8 В, соответственно. Применённые в оконечном каскаде транзисторы – из 28-вольтовой серии и работают тем лучше, чем ближе к этому значению находится напряжение их питания. Выбраны для QRPP-передатчика с запасом на прочность и желания избежать применения

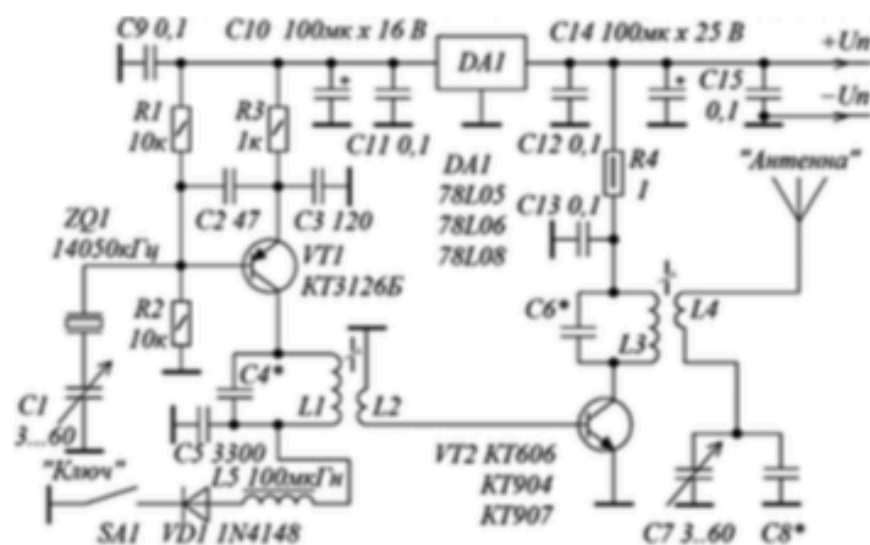


Рис. 1. Передатчик QRPP. Схема принципиальная электрическая

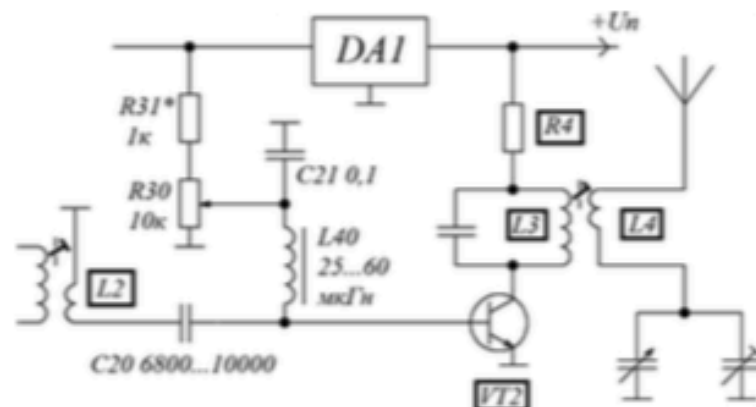


Рис. 2. Модернизация QRPP-передатчика. Обозначения некоторых деталей "родной" схемы передатчика приведены для ориентирования в рамках, остальные опущены. Вместо резистора R4 или последовательно в цепь питания всего передатчика временно (для защиты во время настроечных операций) можно впаять маломощную лампу накаливания, рассчитанную на напряжение питания передатчика. C20 – разделительный, R30 – установочный для смещения VT2, R31 – защитный, C21 – развязывающий по питанию, L40 – РЧ нагрузка в базовой цепи VT2 (может быть заменён на безиндуктивный резистор сопротивлением в десятки Ом)

радиатора для охлаждения транзистора. Выбор транзистора оконечного каскада для передатчика можно расширить (при низковольтном питании) за счёт применения более низковольтных транзисторов, позволяющих раскачивать оконечный каскад и при меньшей мощности КЗГ. Например, можно применить такие распространённые транзисторы, как КТ603, 2N3866, КТ610, КТ920А, другие транзисторы средней мощности и с меньшей предельной рабочей частотой, например, снятые со старых плат вычислительных машин (адаптировав плату передатчика под соответствующий корпус транзистора)... В случае отказа от стабилизатора напряжения DA1 (с целью экономии питания и получения большей раскачки от КЗГ), следует принять дополнительные меры по развязке каскадов передатчика, повышению его устойчивости (защите от самовозбуждения): установить в цепь базы транзистора VT2 ферритовую "бусинку", антипаразитный резистор сопротивлением в единицы-десятки Ом последовательно в цепь его коллектора (меры борьбы с самовозбуждением на СВЧ), запитать КЗГ (относительно выходного каскада) через диод (КД522, 1N4148), развязав его с обеих сторон на общий провод конденсаторами (РЧ – 0,1 мкФ и оксидными – 100 мкФ на соответствующее напряжение питания).

Нестабильность передатчика без DA1 объясняется просто: КЗГ на VT1 питается, в этом случае, напряжением, "просажённым" током оконечного каскада на VT2 при манипуляции передатчика, этот перепад приводит к амплитудному управлению оконечным каскадом КЗГ, что замыкает систему в кольцо – возникает самовозбуждение, – DA1 призвана разорвать эту порочную связь, сделав питание КЗГ независимым.

В родной комплектации (рис. 1), КЗГ устойчиво работает с напряжением питания до 15 В (при соответствующем выборе напряжения стабилизации DA1), оконечный каскад, как было упомянуто выше, –

до 28 В (потребуется небольшой радиатор для VT2).

Обратимся к рис. 2 – схеме модернизации передатчика: последовательно в цепь базы транзистора VT2, между катушкой связи L2 и базой, устанавливается разделительный конденсатор C20 (например, на плате разрезается соответствующая дорожка и впаивается SMD конденсатор ёмкостью 6800...10000 пФ – цепь низкоомная, поэтому ёмкость – большая). Между плюсовой шиной (желательно после стабилизатора, чтобы не требовалось отдельной подстройки режима оконечного транзистора, при изменении напряжения питания) и общим проводом включается переменный (подстроечный) резистор R30 сопротивлением 10 кОм (если есть опасность установки движка потенциометра в крайнее, верхнее по схеме, положение, при котором транзистор VT2 выйдет из строя, то последовательно нужно включить дополнительный резистор R31 сопротивлением 1 кОм). С движка R30, регулируемое при настройке положительное напряжение смещения, подаётся на базу VT2 через развязывающую цепочку C21L40 (при эксперименте с некондиционным транзистором КТ606Б применялся дроссель индуктивностью 25 мкГн – можно до 60 мкГн, дроссель можно заменить безындукционным резистором сопротивлением в десятки Ом, применялся резистор типа МОН – 27 Ом). Произведя модернизацию передатчика, устанавливаем движок переменного резистора R30 (потенциометра) в положение, которое соединяет его с общим проводом (нет смещения), на выход передатчика включаем эквивалент нагрузки (резистор сопротивлением 51 Ом мощностью 1...2 Вт), рядом с резистором располагаем катушку резонансного волномера (РВ), настроенного на выходную частоту (=14,060 МГц), к передатчику подключаем напряжение питания, замыкаем контакты ключа и, медленно вращая ось R30, и, пользуясь показаниями стрелки резонансного волномера, устанавливаем

максимальное выходное РЧ напряжение на эквиваленте нагрузки. Манипулируя ключом, проверяем синхронное движение стрелки индикатора РВ. Простраиваем несколько раз контуры передатчика на максимальное выходное напряжение передатчика, и конденсаторы согласования с нагрузкой, при этом стрелка прибора не должна совершать резких поддёргиваний, что может свидетельствовать о самовозбуждении передатчика или применении металлических настроечных инструментов (отвёртки должны быть диэлектрическими). Самовозбуждение устраняют соответствующими методами: укорачиванием выводов деталей (снижением объёма монтажа), применением РЧ типов конденсаторов (безиндуктивных типов), помещением передатчика в корпус из проводящих материалов (медь (фольгированный стеклотекстолит), латунь, алюминий, (лужёная) сталь). Следует обратить внимание и на цепь манипуляции, при подключении антенны, возможна наводка на длинные провода этой цепи, – проверить её развязку по РЧ.

Применение переключаемых кварцевых резонаторов позволяет перекрыть весь телеграфный участок 20-метрового диапазона, но, и с одним резонатором, частота которого выбрана в пределах 14,050...14,060 МГц, можно успешно проводить эксперименты с пониженной выходной мощностью. Работа на QRPP передатчиках предполагает наличие хорошо отлаженной (резонансной, настроенной, с низким КСВ) антенны. Её расположение (не внутри квартиры и не на поверхности Земли) также будет способствовать успеху в деле связи с использованием минимальных мощностей передатчиков, приветствуется и применение направленных антенн. Нисколько не умаляя значения РЧ мощности подаваемой в антенну QRP(P) передатчиком, отмечу крайне важное значение не только отлаженной антенны с фидером минимальной возможной длины, но и её согласование с выходом передатчика,

которое нужно перед экспериментами осуществлять очень тщательно, пользуясь индикаторами (встроенными в передатчик или внешними), лучше резонансными на рабочих частотах.

Передатчик можно использовать на любых частотах любых радиолюбительских КВ диапазонов, сменив кварцевые резонаторы и настроив на эти частоты имеющиеся контуры, хотя передатчик предназначен для работы вблизи частот, специально отведённых для экспериментов с малой выходной мощностью. Изменения частоты с помощью КПЕ, включенного последовательно с кварцевым резонатором, обычно не требует перестройки контуров, настроенных на среднюю частоту узкого диапазона перестройки частоты КЗГ с помощью КПЕ. На верхних КВ диапазонах можно использовать и умножение частоты КЗГ (контур в цепи коллектора VT2 настраивается на нужную гармонику КЗГ). В антенной цепи, при этом, лучше установить фильтр на основе высокодобротного параллельного контура (рис. 3), который подавляет субгармоники и высшие гармоники получившегося сигнала, одновременно, такой фильтр будет служить и средством согласования выхода передатчика с антенной (фидером антенны). Для подавления высших гармоник можно использовать и дополнительный ФНЧ (например, П-контур). Мне могут возразить: итак, мощность небольшая, всё "утухнет" в фильтрах, ну, а если работать придётся не в чистом поле, а в тесном соседстве с разными фирмами и фирмочками в городе, использующими связь, в том числе и на УКВ, где гармоники от Вашего передатчика, пусть и маломощного, но покажут себя... Затухание сигналов в резонансных высокодобротных одноконтурных фильтрах (или согласующих устройствах на их основе) на резонансных частотах незначительны, зато подавление внеполосных колебаний достигает значительных уровней, в зависимости

от добротностей, применяемых в фильтре контуров.

Работа с QRP(P) передающей аппаратурой требует от оператора большой настойчивости в достижении успеха и очень зависима как от тщательной подготовки аппаратуры и антенн, так и от доли "фарта" – наличия у корреспондента хорошего оборудования, прохождения радиоволн, отсутствия QRM и QRN и даже желания корреспондента "выцарапывать" слабые сигналы из-под шумового шлейфа современного эфира. Проведение успешных связей очень сильно зависит и от направления, в котором установлена вращающаяся антенна корреспондента, порой сила сигналов его QRO передатчика превышает 9 баллов, а ответа на вызовы – нет, стоит повернуть эту за многие километры расположенную антенну в Вашу сторону и, при более слабом прохождении, корреспондент Вас услышит... В большом почёте находится маломощная аппаратура у любителей работы на выезде, в лес, на горки, на соседнее болото... К настроенной к работе QRP(P) аппаратуре в тех условиях добавит успеха высота подвеса и направление подвеса антенны, выбор минимального затенения со стороны растительности, поляризация антенны, обеспечение заземления и (или) противовесов.

На рис. 3 приведен ряд модификаций согласующих устройств на базе полосового фильтра (параллельного контура) высокой добротности: рис. 3а – при строгом равенстве сопротивлений выхода передатчика – X1 и входа антенны (согласованного с антенной фидера) – X2, параллельный контур L1C1 имеет наивысшую добротность, будучи настроенным в резонанс, осуществляет фильтрацию сигналов от субгармоник и высших гармоник, согласование – идеальное. Стоит только подключить к X2 нагрузку (антенну) с другим сопротивлением, как добротность контура упадёт, полоса контура L1C1 расширится, хотя, при условии настройки контура в резонанс на рабочую частоту согласовать выход передатчика с нагрузкой, всё-таки удастся, но с потерями и тем большими, чем больше разность согласуемых сопротивлений (импедансов). Выход из положения может быть за счёт подключения к разному числу витков катушки L1 (PЧ автотрансформатор), на рис. 3б представлена именно такая ситуация, например, нужно согласовать 50-омный выход передатчика с 75-омным фидером, который согласован с антенной. Пользуясь КСВ-метром, включенным между выходом передатчика и ФСУ, подбором присоединения нагрузки

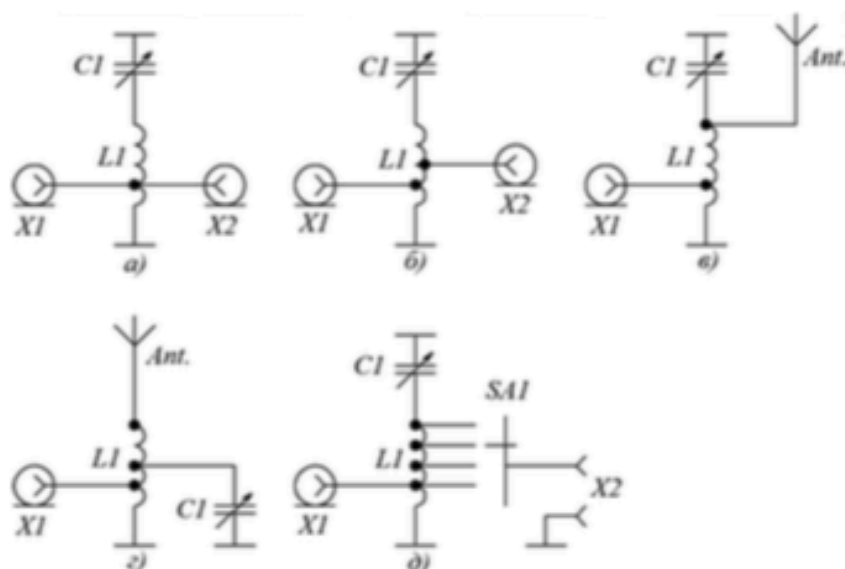


Рис. 3. Фильтр – согласующее устройство (ФСУ) на базе параллельного контура

(эквивалента и (или) фидера антенны) к нужному витку катушки L1, трансформируют сопротивления по минимальным показаниям КСВ-метра. При согласовании более низкоомной нагрузки, поступают точно также, только её подключение осуществляют к меньшему числу витков, чем выход передатчика. На **рис. 3в** приведено согласование резонансным методом провода случайной длины, будучи подключенным к "горячему" концу контура L1C1, изолированный от общего провода, земли, провод случайной небольшой длины представляет собой ёмкость, которая включена в контур L1C1 и, при условии настройки контура в резонанс, будет выносить РЧ энергию от передатчика наружу, одновременно быть согласованной с ним и лишь немного ухудшая добротность контура ФСУ, внося дополнительную ёмкость. КПД устройства будет зависеть от того, насколько длина случайного провода будет близка к резонансным для

данной частоты. Поскольку ёмкость КПЕ C1 расположена между концами катушки, при резонансе, на КПЕ возникает очень высокое напряжение, что налагает на КПЕ определённые требования: для обеспечения высокой добротности, ёмкость C1 должна быть, по возможности, малой, а конденсатор должен иметь большое расстояние между обкладками (пластинами), во избежание пробоя, при достаточной мощности действующего на ФСУ сигнала передатчика. При затруднениях, следует подключить КПЕ к части витков катушки L1, увеличив, при этом, максимальную ёмкость КПЕ, тем больше, чем ближе к "холодному" концу катушки будет подключаться "горячий" вывод КПЕ. Такая ситуация показана на **рис. 3г**. Для подключения разных по сопротивлению (импедансам) нагрузок для согласования с выходом передатчика, можно установить переключатель (SA1 на **рис. 3д**). Если необходимо и по входу переключать разные нагрузки, то

подобный переключатель можно установить и со стороны X1. Следует иметь в виду, что подобные ФСУ оправдывают себя как однодиапазонные, с минимальными длинами вспомогательных проводов и заключенные в корпуса из проводящих материалов. Всякая многодиапазонность для таких и не только ФСУ противопоказана из-за наличия большого количества паразитных емкостей и, в основном, из-за необходимости коротко-замкнутых витков, при изменении индуктивности катушки ФСУ. Многодиапазонные ФСУ и ФНЧ можно осуществлять по принципу барабанного переключателя, применяя в каждом секторе барабана свою диапазонную катушку индуктивности без короткозамкнутых витков.



Литература

1. В. Беседин. QRPP-передатчик. - Радиолюбитель, 2018, №9, стр. 30.
2. В. Беседин. QRPP-передатчик. - CQ-QRP, №62, стр. 23...28.