

Приёмопередатчик “Бекас-М”

Работа над ошибками и дополнения

При наличии свободного времени, имею обыкновение, основательно забыв материал, взять конструкцию собственной разработки и собрать её согласно собственноручно составленному описанию. Тут и выходят на свет некоторые “нюансы”, в которых автор повинен полностью или отчасти... Ошибки возникают, в основном, не из-за отсутствия полной подготовки по предмету (хотя, порой, и так бывает), а из-за собственной рассеянности, невнимательности, недостаточности вариантов исполнения конструкции с различными деталями и т.д. и т.п.

Так, отправив в Редакцию материал по QRP УКВ CW приёмопередатчику (ПП) “Бекас-М”, по прошествии некоторого времени, я ушёл в отпуск, в котором выкроил время для повторной сборки этого ПП и снова нашёл ряд нюансов, которые, во время описания того “рассадника”, в который превращается плата разрабатываемого устройства в процессе отладки, учтены не были и по многим причинам.

Что может не устроить собирающего конструкцию ПП читателя? Ему нужна 100% повторяемость и удобство сборки. Я же обнаружил следующее:

Экземпляр транзистора VT5 при разработке попался такой, что никаких проблем не возникало, однако, при повторной сборке по описанию (ПСО) оказалось, что выходного напряжения задающего кварцевого генератора не хватает и, имевшиеся под рукой транзисторы КТ361Г, при замене VT5, проблему не решили, пришлось заменить этот транзистор на КТ326Б, - с этим транзистором проблемы оказались снятыми...

При ПСО данные контура L6C32 (настраивается на 72 МГц), видимо, из-за другого материала ферритового сердечника, сменились: катушка L6 содержит теперь 8 витков, а дифференциальная катушка связи L7 – 2 x 4 витка провода, указанного в описании в статье.

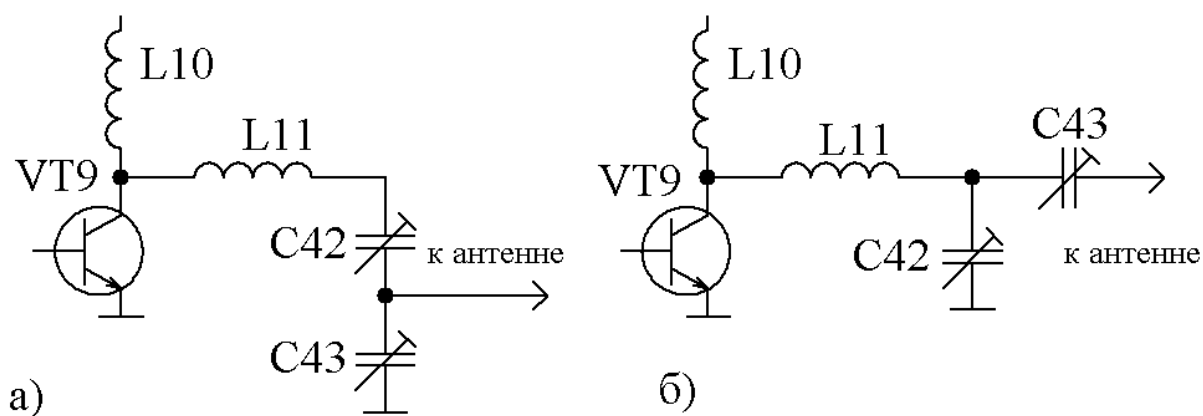


Рис. 1. Варианты подключения нагрузки к ПП “Бекас-М”

В зависимости от применяемых антенн, выходную цепь передатчика ПП “Бекас-М” можно исполнить тремя способами: описанным в статье и, приведёнными на Рис. 1а или Рис. 1б. Конденсатор С44, в двух последних случаях может быть упразднён.

Напряжение питания устройства может находиться в диапазоне 7...12 В, ниже 7 В нарушается стабильность работы задающего генератора, а в пределах 12...15 В лежит зона непредсказуемости, в которой, при рассогласовании с нагрузкой (антенной) транзистор VT9 может выйти из строя. При ПСО, я питал ПП от стабилизированного источника (БП), напряжением 12,0 В, ненадолго доводил Uпит до 15 В, таким образом, проверив возможность питания ПП от заряженного автомобильного аккумулятора, напряжение которого, как известно, составляет 14,2 В. При питании ПП от автомобиля с работающим двигателем, желателен дополнительный стабилизатор с выходным напряжением 9...12 В и фильтрацией.

Очень неудобно подбирать отводы на катушке L6, поэтому напряжение гетеродина для приёмной части лучше снимать с катушки связи, намотанной поверх L6 и L7, содержащей 1...1,5 витка провода ПЭЛШО-0,18. При намотке катушек на каркасах, необходимо каким-либо образом закреплять их витки, обычно, для этих целей применяют нитки. Я поступил следующим образом (на примере L6 и L7): сначала, с небольшим натягом, намотал катушку L6, её выводы скрутил между собой, не давая обмотке ослабнуть. Поверх катушки нанёс три слоя клея БФ-2, высушивая каждый из них (для ускорения процесса можно осуществить подогрев клея, например, над лампой накаливания, причём, нужно делать это осторожно, вращая катушку не допуская расплавления каркаса и образования пузырей клея). После затвердевания клея (соблюдать чистоту), поверх двойным проводом наматывается катушка L7, также её выводы скручиваются между собой и покрываются клеем в два слоя с последующей сушкой каждого, таким же способом можно закрепить поверх намотанных на каркасе катушек и катушку связи, с которой впоследствии будет подаваться напряжение гетеродина на смеситель приёмника. Далее, выводы катушек расплетаются, их длина подгоняются под соответствующие отверстия на монтажной плате, их концы облуживаются. Катушка L7, намотанная двойным проводом, - дифференциальная, поэтому, начало одного провода, соединяется с концом другого и с общим проводом монтажной платы, оставшиеся концы этой катушки соединяются с базами транзисторов VT7 и VT8, согласно принципиальной схемы ПП.

Расположение “пяточков” печатных проводников, рассчитанных на присоединение выводов транзисторов (в угоду симметрии и сокращению длины печатных проводников) не всегда логично, порой для правильного монтажа приходится перекрещивать эти выводы, например, меняя, местами выводы базы и коллектора, при монтаже на плату, будьте внимательны.

Применённая в ПП диодно-конденсаторная схема развязки по питанию может показаться излишней, при достаточно устойчивой работе аппарата (без самовозбуждений) некоторые диоды можно заменить проволочными перемычками.

Количество витков катушки L1, для сужения полосы пропускания приёмника по входу, увеличено до 6, а L2 – до 5 витков. Отводы у обеих катушек сделаны от 1

витка от “холодного” конца катушек. Дроссели L4 и L5 могут иметь индуктивность в пределах 10...100 мкГн. Катушка L6 имеет 8 витков, L7 - 2 x 4 витков. L8 содержит 5 витков, а L9 – 5 витков с отводом от 1,5 витка от “холодного” конца катушки.

При затруднениях с размещением деталей на печатных платах, бескаркасные катушки можно немного уменьшить в диаметре, пересчитав количество витков по следующей приближённой формуле: $w1 = D \cdot w / D1$, где: $w1$ – новое число витков; w – прежнее число витков катушки; $D1$ – новый диаметр оправки, на которой мотается бескаркасная катушка, мм; D – прежний диаметр оправки, мм. Пример. Дано: $D = 5$ мм, $D1 = 4$ мм, $w = 5$ витков, - найти $w1$. $w1 = 5 \cdot 5 / 4 = 6,25$ витка. Отводы от катушек можно пересчитать по этой же формуле.

Поскольку качество применяемого ферритового сердечника внутри катушки L6 может быть непредсказуемым (могут попасть сердечники из феррита с различной магнитной проницаемостью, необходимо с проницаемостью не более 20), на схеме у позиционного обозначения C32 с номиналом 10 пФ следует установить “подборочную” звёздочку (*) – этот контур настраивается на 72 МГц. В крайнем случае, на этих частотах можно применить для подстройки медные, латунные или алюминиевые сердечники, количество витков катушки L6, при этом, увеличится, пропорционально нужно увеличить и число витков катушки L7.

В зависимости от размеров деталей, некоторые из них могут просто не войти на плату, которая разрабатывалась, в общем-то, под малогабаритные компоненты. Например, подстроечный резистор R17 типа СЗ-38Б может быть размещён со стороны печатных дорожек, это не повлияет на первоначальную предварительную балансировку удвоителя частоты по постоянному току, так как она может быть произведена вне рабочего положения платы. Для идеальной работы удвоителя (и возможной замены подстроечного резистора на два постоянных) следует подобрать пару идентичных по характеристикам транзисторов (VT7, VT8), хотя бы по одинаковому статическому коэффициенту усиления по току и одинаковым токам коллектора, при заданном токе базы.

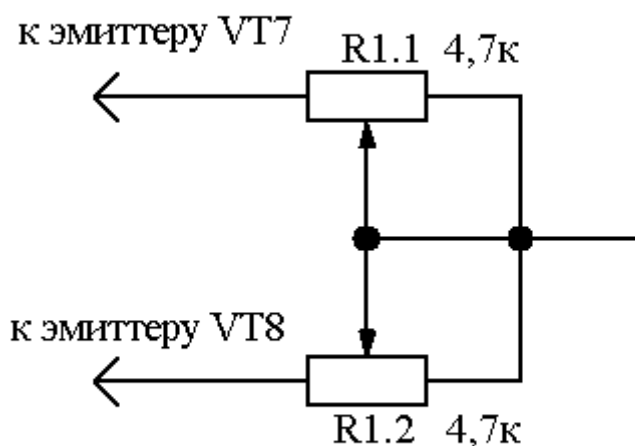


Рис. 2. К способу подбора оптимального режима транзисторов удвоителя частоты ПП
(см. текст)

К эмиттерам подобранных транзисторов в схеме удвоителя частоты передатчика подключается сдвоенный потенциометр с сопротивлением $2 \times 4,7$ кОм, согласно Рис. 2. Вращая ось этого блока резисторов, подбирают сопротивления по максимальной выходной мощности передатчика в диапазоне 144 МГц. Устанавливают взамен сдвоенного потенциометра в схему постоянные резисторы выбранного номинала. Затем, вместо конденсаторов С33 и С34, включают блок КПЕ (например, $2 \times 12...495$ пФ) и, вращая его ротор от минимальной ёмкости к максимальной, находят положение, при котором выходная мощность передатчика перестанет расти, после этого, блок КПЕ выпаивают, измеряют ёмкости его секций и устанавливают на место С33 и С34 конденсаторы постоянной ёмкости полученного номинала (при подборе, возможно, потребуется коррекция настройки контуров L6C32 и L8C35). Если КПЕ окажется в положении максимальной ёмкости, а прекращения роста выходного сигнала не произошло, нужно подпаять параллельно секциям КПЕ по конденсатору постоянной ёмкости (470 пФ) и продолжить подбор. Подбрав конденсаторы, мы получаем дополнительный ФВЧ, который позволит получить на выходе передатчика более чистый спектр (более глубокое подавление субгармоник, в частности, колебаний с частотами 24 и 72 МГц) и повысить устойчивость работы передатчика (и, при подключении к передатчику дополнительных усилителей мощности). ФВЧ образуется, в данном случае, за счёт частотозависимой отрицательной обратной связи по току РЧ в каскаде удвоителя частоты.

Приёмник и передатчик ПП “Бекас-М” следует монтировать в отдельных экранированных отсеках шасси или произвести опайку каждого блока по периметру полосками белой жести и закрыть получившиеся коробки крышками, всё из той же белой жести. Этим обеспечивается электрическая и магнитная экранировка приёмника и передатчика, как друг от друга, так и от окружения. В крышках экранирующих коробок следует просверлить отверстия над настроечными элементами, с целью компенсации расстройки ПП, вызванной установкой экранов. Экранировать каскады приёмника и передатчика (внутри каждой коробки) нет необходимости, так как, практически все они работают на разных частотах, либо, в разное время (приём - передача). Следует обратить серьёзное внимание на устранение прямого излучения гетеродина-передатчика и на защиту входа приёмника от сигналов собственного передатчика (экранировка и защитные диоды параллельно входу приёмника – режим передачи) и на защиту входа приёмника от излучения собственного гетеродина, сужающего динамический диапазон и уменьшающего реальную чувствительность (экранировка, развязка – режим приём). КПЕ ПП вынесен за пределы платы гетеродина и может служить источником излучения, его следует поместить или в экранированный отсек или в отдельный экран. КПЕ соединяется с платой короткими жёсткими проводами.

Самопрослушивание сигнала собственного передатчика может осуществляться со звукового генератора встроенного в ПП электронного ключа, отдельный монитор здесь не предусмотрен.

Работу на ПП производят следующим образом: услышав сигнал корреспондента при перестройке по диапазону с помощью КПЕ (С22), нажимаем кнопку “Настройка” и настраиваемся на СВ сигнал принимаемой станции (С22) по “нулевым биениям”. Отпускаем кнопку, при этом, произойдёт расстройка гетеродина по частоте и сигнал принимаемой станции будет слышен с некоторой высотой тона (отличной от нуля), например, 600 Гц. При переключении на передачу, частота гетеродина - передатчика будет соответствовать частоте, при нажатой кнопке “Настройка” и корреспондент услышит вызов на своей частоте.

Приём в простом приёмнике прямого преобразования двухполосный (DSB), - без подавления второй боковой. Частота передачи всегда ниже частоты приёма, следовательно, рабочей является нижняя боковая полоса (LSB). Верхняя боковая полоса является лишней, паразитной, однако, не во всех трансиверах используется режим однополосного приёма СВ и на КВ, приём осуществляется двухполосный, но в очень узкой полосе частот. В данном ПП полоса пропускаемых частот может регулироваться только сверху, подбором ёмкостей конденсаторов обратной связи С10 и С12, номинал которых может быть увеличен до 1000 пФ. При увеличении ёмкости этих конденсаторов, сужается полоса частот пропускаемых эффективно УЗЧ, уменьшается уровень шумов, однако и звучание СВ сигналов тоже изменится так, что не каждому это может понравиться. Высота тона принимаемых сигналов строго индивидуальна, одним нравится, например, 400 Гц, другим – 600 Гц, третьим – до 1 кГц.

Подстроечные конденсаторы можно применять не только отечественные, но и импортные малогабаритные, например, фирмы MURATA (конденсаторы красного цвета). Применения подстроечных конденсаторов в контурах с бескаркасными катушками можно избежать, если измерить ёмкость таковых, применяемых при настройке и установить на их место конденсаторы постоянной ёмкости с номиналами, полученными при измерениях. Точную подстройку контуров, в этом случае, придётся осуществлять раздвиганием и сдвиганием витков катушек с помощью диэлектрической пластинки – полоски листового стеклотекстолита (без фольги).

Ёмкость конденсатора С28 следует подобрать экспериментально, так как она имеет компромиссную величину: с одной стороны, для осуществления “быстрого” включения кварцевого генератора при манипуляции, необходимо иметь здесь малую величину ёмкости, с другой стороны, для получения большей выходной мощности ПП, необходимо иметь достаточно большую ёмкость С28 (пределы подбора: 3300 пФ...0,033 мкФ).

Виктор Беседин (UA9LAQ)