

# Конвертер 144/14 МГц

В странствиях по Интернету автору приглянулась схема очень простого конвертера на "двойку" [1], тем более, что разработчик Eamop Skelton, EI9GQ, весьма лестно отзывался о ней, отметив высокую чувствительность при работе с КВ трансивером, превосходящую такую у большинства стандартных связных любительских УКВ аппаратов промышленного изготовления.

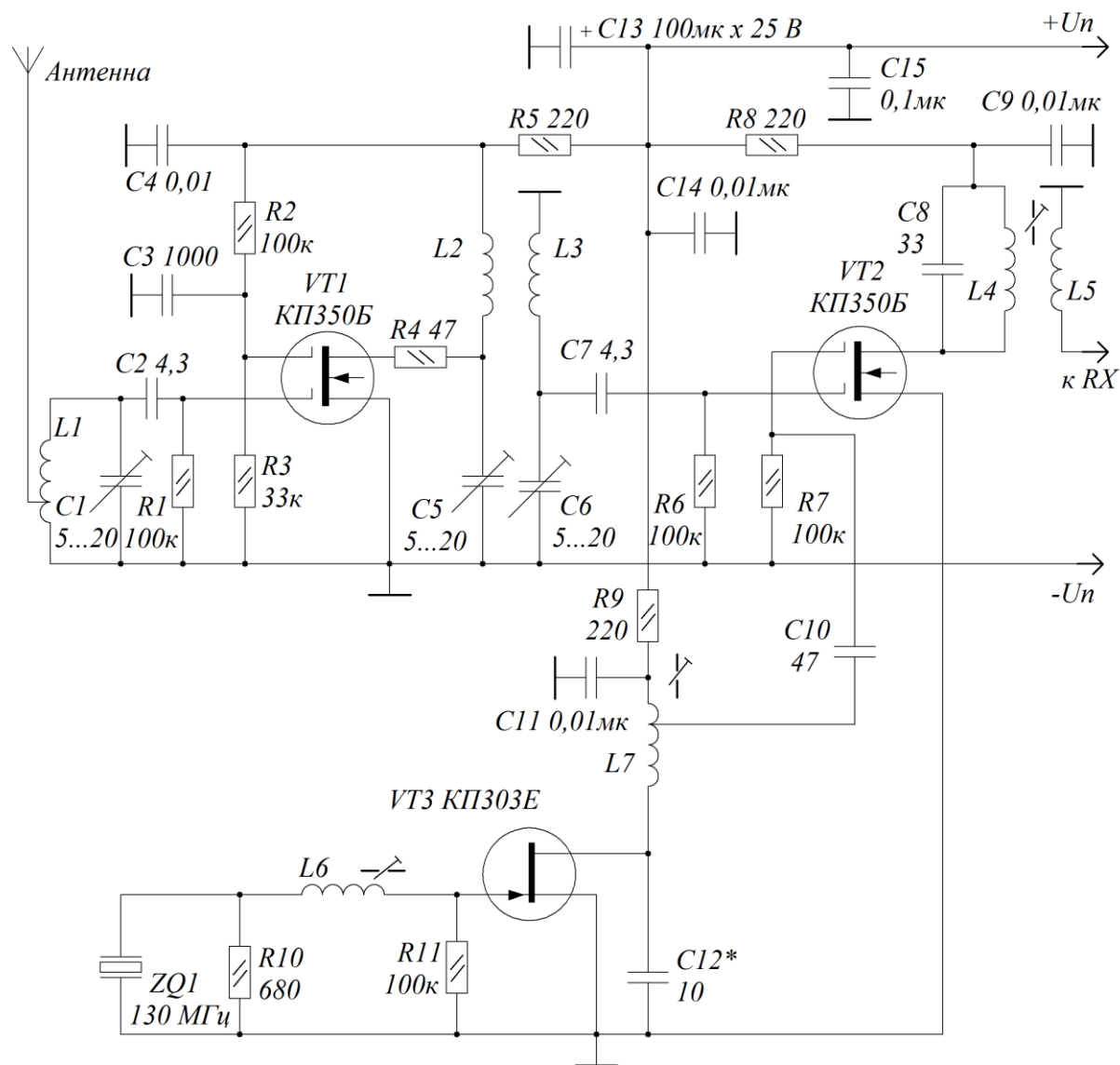


Рис. 1. Конвертер 144/14 МГц. Схема принципиальная электрическая

Схема конвертера приведена на рис.1. На транзисторе VT1 выполнен усилитель высокой частоты, на VT2 — смеситель, а на VT3 — гетеродин с кварцевой стабилизацией частоты.

Моточные данные катушек конвертера приведены в таблице. В качестве арматуры катушек L4 — L7 использованы каркасы от катушек радиостанции КАМА-С [2] с сердечниками МРЗ с резьбой М6х0,75. При использовании других каркасов, сердечников (работающих в требуемом диапазоне частот) и при изменении диаметров и материала каркасов придется пересчитать количество витков катушек, руководствуясь значением

частоты, на которую нужно настроить контур. При пересчете количества витков катушек, связанном с изменением диаметра каркаса, можно воспользоваться пропорцией: во сколько раз уменьшается диаметр катушки во столько раз и увеличивается количество её витков.

**Таблица данных катушек конвертера**

Катушка	Число витков	Диаметр провода, мм	Диаметр каркаса, мм	Примечания
L1	7	0,8 — 1,0	-	Посеребренный медный провод, намотка на оправке Ø5 мм, отвод — от 1,5 витков
L2	7	0,8 — 1,0	-	Посеребренный медный провод, намотка на оправке Ø5 мм
L3	7	0,8 — 1,0	-	Посеребренный медный провод, намотка на оправке Ø5 мм
L4	14	0,51	10	Провод ПЭВ-2, используется каркас с подстроечным сердечником
L5	2	МГШВ	-	Поверх L4
L6	4	0,51	10	Посеребренный медный провод, используется каркас с подстроечным сердечником, шаг намотки — 0,5 мм
L7	4	0,51	10	Посеребренный медный провод, используется каркас с подстроечным сердечником, шаг намотки — 0,5 мм, отвод — от 1,5 витков

Детали конвертера размещены на печатной плате (рис.2 и 3) размерами 115 x 62,5 мм, изготовленной из двустороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм.

Выбор кварцевых резонаторов для этого конвертера, к сожалению, невелик. Так, кроме резонаторов, рассчитанных на непосредственную работу на частоте 130 МГц (очень редко встречающихся и дорогих), можно использовать резонаторы с частотой основной (первой) гармоники  $130/7 = 18,571$  МГц. Выбирать резонаторы нужно на более низкую частоту, т.к. при возбуждении на гармониках частоты генераторов «уходят» вверх. Встречаются и обертоновые резонаторы, возбуждаемые на 3-й и 5-й гармониках. Их частоты должны быть примерно 55,714 МГц и 92,857 МГц соответственно.

На плате конвертера конденсатор С12, при подборе его ёмкости, припаивается со стороны печатных проводников. Затем, после завершения процедуры подбора, этот конденсатор устанавливается под экраном катушки L7.

На плате между ВЧ частью конвертера и гетеродином установлен экран, служащий для устранения наводок собственного гетеродина на вход конвертера. В экране просверлены три отверстия для резисторов R5 и R8 и конденсатора С10. Вдоль экрана фольга с обеих сторон платы соединена проволочными перемычками пайкой, расстояние между перемычками — 10 — 15 мм. Полностью плата конвертера опаяна по периметру полосками белой жести или фольгированного стеклотекстолита и закрыта сверху и снизу металлическими крышками, устраняющими, как прямой приём со входа смесителя, так и излучение гетеродина конвертера. Белая жесь хороша тем, что является не только

электрическим, но и магнитным экраном, однако она обладает «микрофонным эффектом». Фольгированный стеклотекстолит хорошо демпфирует механические колебания, но является только электрическим экраном. На торцовых стенках экрана платы, который может служить корпусом конвертера, установлены РЧ розетки (вход и выход конвертера) и часть соединителя, по которому на конвертер подается напряжение питания.

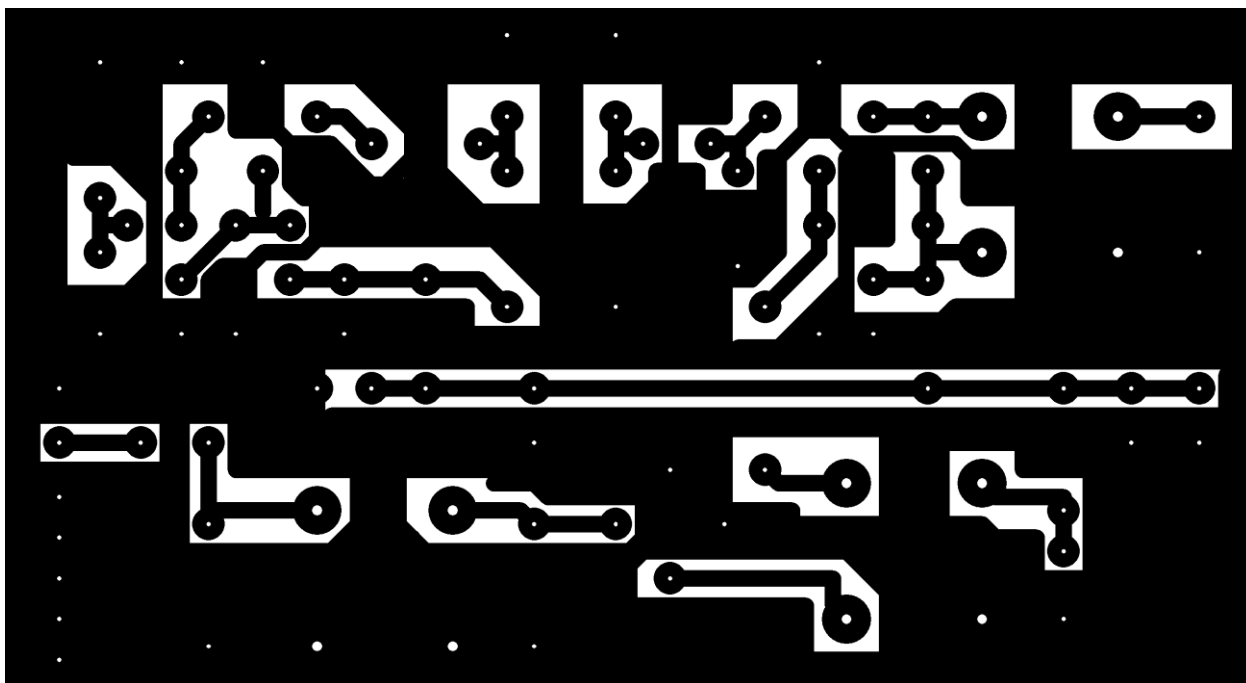


Рис. 2. Эскиз монтажной платы конвертера. Вид со стороны проводников. Размер платы 115 x 62,5 мм

На плате у кварцевого резонатора ZQ1 имеется ряд отверстий, соединенных с общим проводом. Эти отверстия предназначены для монтажа конденсаторов или катушек, которые могут понадобиться для точной установки частоты кварцевого генератора. Установка конденсатора последовательно с резонатором повышает частоту генератора, а установка катушки — понижает. При отсутствии конденсатора, катушки или последовательного контура, устанавливается проволочная перемычка на общий провод.

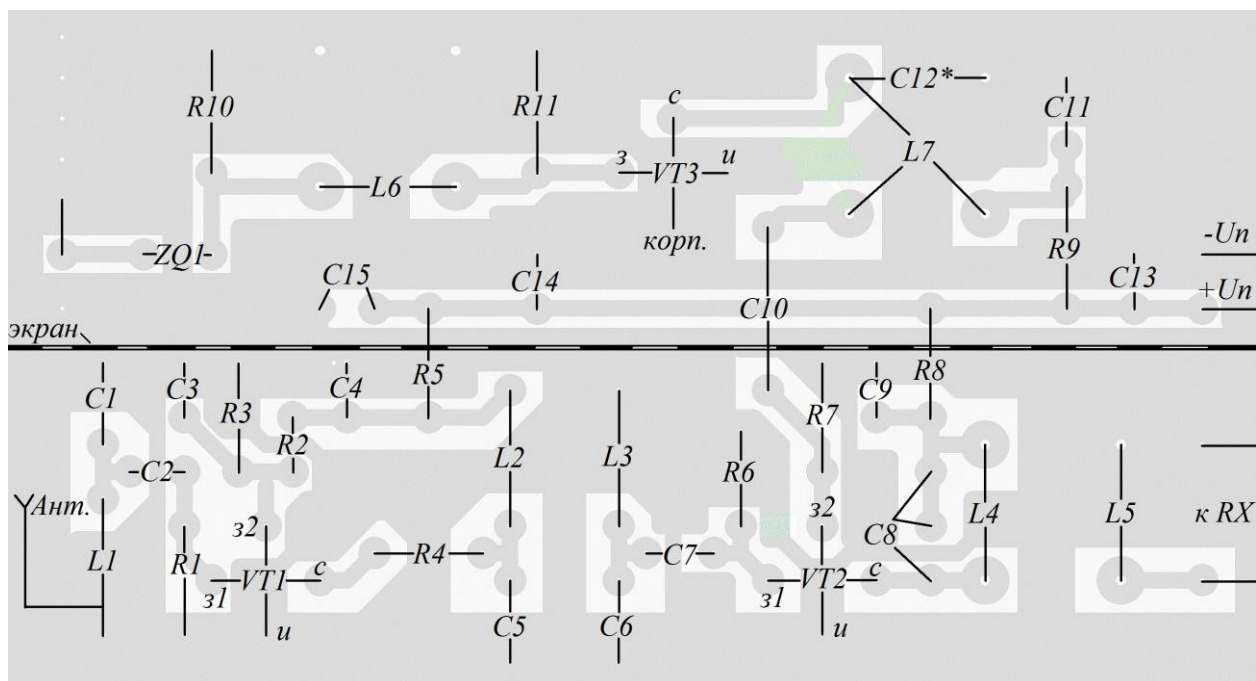


Рис. 3. Эскиз монтажной платы конвертера. Вид со стороны установки деталей

Поскольку кварцевый резонатор в данной схеме генератора работает на нечётной гармонике, то частота генератора обычно всегда выше той, что указана на его корпусе в пересчёте на гармонику. Обертонные резонаторы, частота которых превышает 100 МГц, где этот уход частоты уже учтен, редки, дефицитны и дороги. Частота, указанная на корпусе резонатора, будет соответствовать частоте генерации в генераторе, работающем только на этой частоте, а частоты гармоник также будут соответствовать этой частоте, умноженной на номер гармоники. Если резонатор возбуждается сразу на гармонике, то частота генерации будет выше указанной на его корпусе, умноженной на номер гармоники [3].

В качестве VT1 и VT2 можно использовать транзисторы КП350 с буквами А и Б, КП306, а также рекомендованные в [1] 3SK45, 3SK88, BF961, BF981. Кроме того, можно применить транзисторы КП327 и BF998, подобрав ток стока 6 — 8 мА транзистора VT1 подбором величины сопротивления резистора R2.

В качестве VT3 можно использовать транзисторы КП303Е, КП307Г, Е, КП312, BF256, MPF102.

Схему конвертера можно еще немного упростить. Так, из неё можно удалить конденсаторы C2 и C7 и резисторы R1 и R6, подключив 1-е затворы транзисторов VT1 и VT2 непосредственно к верхним по схеме выводам катушек L1 и L3. Катушки L1 и L7 можно дополнить катушками связи, содержащими по 1-2 витка монтажного провода, тогда отпадёт необходимость делать отводы. При наличии миниатюрных контуров с подстроенными сердечниками проницаемостью 20 и ниже, контура L1-C1, L2-C5 и L3-C6 можно модернизировать, уменьшить габариты конвертера, сузить полосу пропускаемых им частот. Контура должны обязательно размещаться в экранах, что обеспечит устойчивость работы устройства.

После окончания монтажа, перед первым включением, необходимо проверить все цепи на отсутствие коротких замыканий. Подав на конвертер напряжение питания, проверяем работу гетеродина, пользуясь резонансным волномером (детекторным приёмником с УКВ контуром на входе и со стрелочным прибором — микроамперметром — на выходе). Катушку волномера необходимо расположить вблизи выводов катушки конвертера L7. Частоту кварцевого генератора можно измерить цифровым частотомером.

Настройка генератора довольно проста. Сначала параллельно кварцевому резонатору ZQ1 подключаем ГСС, настроенный на частоту гармоники, на которой будет работать кварцевый резонатор. Далее, настраиваем контур L7-C12 по максимуму показаний, например, резонансного волномера, расположенного рядом с катушкой этого контура. Затем отключаем ГСС и, вращая сердечник катушки L6, добиваемся появления генерации, о чём свидетельствуют показания волномера. С выходом генератора связываем вход частотомера и по максимальным показаниям волномера, постоянно измеряя частоту частотомером, последовательно, несколько раз, с помощью сердечников катушки L6 и L7 окончательно настраиваем генератор на требуемую частоту.

Если генератор не возбуждается при любом положении сердечника катушки L6, то, либо в генераторе применен дефектный кварцевый резонатор, либо предел изменения индуктивности катушки L6 очень мал, и нет возможности настроить контур, образованный L6 и ёмкостью кварцевого резонатора, на частоту нужной гармоники. Ещё одна причина — предварительно рассчитанная частота настройки контура L7-C12 оказалась неверной. Частоты генерации резонаторов на высших гармониках смещаются вверх относительно указанной на корпусе резонатора частоты первой гармоники и могут оказаться ниже расчетного значения частоты гармоники, рассчитанной через первую гармонику у обертонового резонатора [2].

Если не удастся добиться генерации, то необходимо вместо конденсатора C12 подключить градуированный конденсатор переменной ёмкости (КПЕ) с максимальной ёмкостью 30 — 50 пФ. Вращая ротор этого конденсатора, находят положение, при котором в кварцевом генераторе возникает генерация. При этом сердечник катушки L7 должен находиться в положении, близком к среднему. Отпаивают КПЕ, измеряют его ёмкость (или, пользуясь его шкалой, определяют её) и устанавливают C12 с требуемой ёмкостью. Поочередно вращая сердечники катушек L6 и L7, настраивают гетеродин на требуемую частоту по максимуму выходного напряжения.

Резистор R10 может иметь сопротивление от 1 кОм и меньше. Критерием его правильного выбора будет надежное подавление генерации на основной (первой) гармонике кварцевого резонатора

При подключенном конвертере к приемнику 20-метрового диапазона, к точке соединения катушки L3 и конденсаторов C6 и C7 через конденсатор ёмкостью в единицы пикофард подключаем выход генератора сигналов, настроенного на частоту 14050 кГц. Вращением сердечника катушки L4 по максимуму сигнала на выходе конвертера настраиваем контур L4-C8. По мере настройки контура уровень выходного напряжения генератора сигналов уменьшаем до минимально необходимого. Затем выход ГСС подключаем ко входу конвертера, настраиваем ГСС на частоту 144050 кГц, увеличиваем его выходное

напряжение и, перестраивая приёмник, пытаемся принять сигнал ГСС. Если это удалось, устанавливаем уровень сигнала с ГСС минимально достаточным для индикации максимумов настроек контуров L1-C1, L2-C5 и L3-C6 и последовательно настраиваем их по максимуму сигнала на выходе приёмника

Продолжением настройки конвертера является подбор напряжения гетеродина на втором затворе транзистора VT2. Подбор осуществляется перемещением отвода по виткам катушки L7. Кроме того, в небольших пределах можно изменять ёмкость конденсатора C10.

Напряжение гетеродина, поступающее на смеситель, подбирают, добиваясь максимального уровня выходного сигнала приёмника при минимуме шумов.

Изменением сопротивления резистора R2 можно подобрать оптимальный ток стока транзистора VT1, при котором УВЧ имеет максимальный динамический диапазон, а конвертер — оптимальную чувствительность.

При питании конвертера стабилизированным напряжением 9 — 12 В, потребляемый ток не превышает 20 — 30 мА.

Литература:

1. [http://homepage.eircom.net/~ei9gq/vhf\\_conv.html](http://homepage.eircom.net/~ei9gq/vhf_conv.html)
2. В.Беседин. Кварцевый гетеродин. — Радиомир. КВ и УКВ, 2006, №7 стр. 27
3. В.Беседин. Ищу кварцевый резонатор. — Радиомир. КВ и УКВ, 2010, №6 стр. 39
4. В. Беседин. Контур радиостанции “КАМА-С”. – Радиомир. КВ и УКВ, 2007 № 12 стр. 22

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень