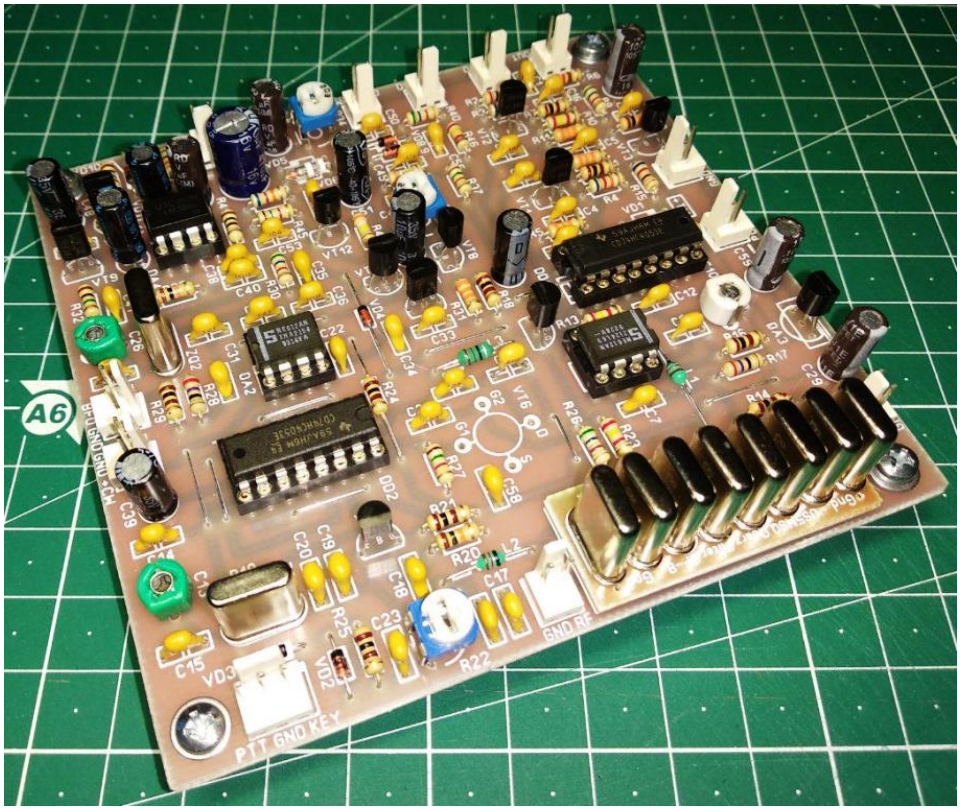
НАБОР ДЛЯ СБОРКИ ОСНОВНОЙ ПЛАТЫ ТРАНСИВЕРА «STEP-II» КОНСТРУКЦИИ СЕРГЕЯ БЕЛЕНЕЦКОГО (US5MSQ)



UR3IQH г. ДОНЕЦК
2019

КВ трансивер STEP II

Тема создания простого вседиапазонного КВ трансивера была интересна и привлекательна во все времена. Появление дешёвых и доступных синтезаторов частоты, интегральных смесителей и коммутаторов, позволяет создавать очень простые и технологичные конструкции. 10 лет назад мной была разработана схема реверсивного тракта с одним преобразованием частоты (ПЧ 8,865 МГц) на основе SA612A и электронных ключей 74HC4053, с синтезатором частоты, послужившая основой трансивера под названием STEP, документацию на который можно скачать здесь.

Предлагаемая вашему вниманию новая конструкция вседиапазонного КВ трансивера под названием STEP-II сохраняет ту же структуру и представляет собой улучшенный вариант трансивера STEP, более простой и доступный для повторения в домашних условиях радиолюбителем средней квалификации. Трансивер состоит из 5 отдельных узлов: основной платы, синтезатора «Ёжик», описанного здесь, девятидиапазонного полосового диапазонного фильтра (ПДФ), КВ усилителя мощности на 10 Вт, описанного здесь, и шестидиапазонного фильтра нижних частот (ФНЧ).

Основная плата, описание работы

Основная плата имеет следующие технические характеристики.
Приемный тракт:
— чувствительность при соотношении сигнал/шум 10 дБ
на нижних диапазонах — не хуже 0,35 мкВ (SSB), 0,25 мкВ(CW);
на верхних диапазонах — не хуже 0,25 мкВ (SSB), 0,2 мкВ(CW);
— селективность по зеркальному каналу — не хуже 40 дБ;
— полоса пропускания в режиме SSB (по уровню – 6 дБ) – 2,45 кГц *
— полоса пропускания в режиме CW (по уровню – 6 дБ) – 0,7 кГц
— изменение уровня выходного сигнала не более чем на 6 дБ при изменении
уровня входного сигнала на 60 дБ;
— максимальная выходная мощность на нагрузке сопротивлением 8 Ом - 80 мВт.
Передающий тракт:
— пиковое напряжение на выходе (на нагрузке 50 Ом) — около 40 мВ(SSB), 50 мВ(CW);
— подавление несущей частоты сигнала — не хуже 46 дБ;
— подавление зеркального канала — не хуже 40 дБ;

Принципиальная схема основной платы приведена на рис.1. Приемный тракт трансивера представляет собой супергетеродин с одним преобразованием частоты, рассчитанный на работу с 50-Омным ПДФ. В исходном положении на вход платы TX OUT напряжение управления не поступает (равно 0), транзисторы VT13,VT3 закрыты, напряжение на шине +13V TX близко к нулю и все электронные ключи находятся в нормально замкнутом положении, показанном на схеме. Плата работает в режиме приёма.
Сигнал с антенны, выделенный внешним ПДФ, поступает через конденсатор C1 и резистор R2 на вход УВЧ, выполненного на малошумящем транзисторе VT1, включённом по схеме с общей базой. УВЧ выполняет несколько функций – обеспечивает небольшое усиление сигнала, согласование ПДФ с высокоомным (примерно 3,8 кОм) входом смесителя DA1, коррекцию усиления на ВЧ и, совместно с транзистором VT2, переключение входа/выхода тракта в режиме приема/передачи. Такое решение вызвано тем обстоятельством, что сопротивление открытого ключа примененной микросхемы коммутатора 74HC4053 составляет порядка 25-27 Ом и даже может достигать 45-50 Ом в микросхемах других производителей! Поэтому, во избежание больших потерь, коммутация сигнала в 50-Омном тракте осуществляется путем замыкания ключом на общий провод транзисторов VT1, VT2. Так в исходном положении транзистор VT2 закрыт нормально замкнутым контактом (НЗК) ключа DD1.1 (выв. 12, 14), причём этот же ключ через конденсатор C6 одновременно шунтирует и сигнал с выхода смесителя (вывод 4 DA1), тем самым обеспечивая надёжное разделения трактов приёма и передачи.

Резистор R2 обеспечивает устойчивость работы и повышает входное сопротивление УВЧ примерно до 50 Ом. Нагрузка УВЧ состоит из низкоомного резистора R1 и корректирующего дросселя L4, который совместно с входной емкостью DA1 и емкостью монтажа образует размытый резонанс в районе 23 МГц. Благодаря этому усиление УВЧ изменяется от 3 нижнем краю КВ диапазона до 4 раз на ВЧ. Усиленный сигнал

с коллектора VT1 через разделительный конденсатор C3 поступает на вход (выв.2) смесителя DA1, выполненного на микросхеме NE(SA)612A. Эта микросхема представляет собой двойной балансный смеситель, созданный на основе ячейки Гильберта, с симметричными входами и выходами. Второй вход смесителя (выв. 1 DA1) через НЗК ключа DD1.2 (выв. 2,15) шунтирован по ВЧ конденсатором C11.
Сигнал синтезатора (ГПД) подаётся на вход платы через разъём VFO, ослабляется резистивным делителем R14, R17 до уровня 170…250 мВэфф (500…750 мВ Up-p) и через разделительный конденсатор C7 поступает на гетеродинный вход смеситель (выв. 6 DD1). Если в качестве первого гетеродина будет применяться синтезатор другого типа (не на Si5351a) или ГПД, то подбором этих резисторов нужно добиться такого же уровня сигнала на входе смесителя. С выхода смесителя (выв. 5 DA1) усиленный примерно в 5,5 раз сигнал ПЧ 8,865 МГц через НЗК ключа DD1.3 (выв. 5,4) поступает на восьмикристальный кварцевый фильтр (КФ) с полосой пропускания 2,4-2,7 кГц (конкретное значение можно выбрать при заказе). Выходное сопротивление смесителя 1,5 кОм, а входное сопротивление авторского КФ порядка 400+-50 Ом. Для согласования КФ используется Г-образная согласующая цепь, состоящая из дросселя L1 с конденсаторами C9, C12. Для расчета (и перерасчёта, если у вас будет КФ с другим сопротивлением) этой цепи можно применить программу RFSimm. Расчётные значения для авторского КФ получились 12 мкГн и 19 пФ, но, как показали испытания, емкость монтажа достаточно велика – порядка 15 пФ, поэтому в авторском варианте C12 не устанавливаются, но на плате место для них предусмотрено, т.к. они могут потребоваться для других вариантов КФ. Триммером C9 можно в небольших пределах подстроить согласующую цепь по наилучшей АЧХ в режиме приема.

С выхода КФ очищенный сигнал ПЧ через аналогичную согласующую цепь L2C17 и НЗК ключа DD2.1 (выв. 14,12) поступает на вход УПЧ, выполненного на двухзатворном транзисторе VT6 типа BF980. Входное сопротивление УПЧ задается резистором R27 и также равно 1,5 кОм, поэтому значения выходной цепи согласования КФ аналогичны входной. Усиление УПЧ примерно 10-11 раз. Применение двухзатворного транзистора позволяет по второму затвору ввести ручную регулировку усиления (РРУ) по ПЧ посредством потенциометра 0R1. В виду того, что в трансивере АРУ реализовано по НЧ, она не защищает второй смеситель от перегрузки мощными сигналами, попавшими в полосу пропускания КФ. Максимально допустимый сигнал на входе NE(SA)612A относительно невелик - порядка 12-16 мВэфф, поэтому в условиях сильных сигналов иногда будет полезно для расширения динамического диапазона уменьшать усиление тракта ПЧ. Диод VD3 расширяет глубину РРУ до 20-22 дБ. Таким образом, усиление УПЧ можно снизить до 1.
Нагрузкой УПЧ служит дроссель L3, который совместно с ёмкостью монтажа и входной ёмкостью смесительного детектора (выв. 2 DA2), образует резонансный контур с резонансом на частоте ПЧ. Добротность этого контура не велика (примерно 3,5), т.к. он шунтирован входным сопротивлением (примерно 3,8 кОм) смесителя DA2 , и он в точной подстройке не нуждается. Второй вход смесительного детектора постоянно шунтирован по ВЧ керамическим конденсатором C34 и через НЗК ключа DD2.3 (выв. 4 и 5) электролитическим конденсатором C39, исключающим поступление НЧ помех с отключенного микрофонного усилителя-ограничителя (МУО), выполненного на транзисторе VT8.

Смесительный детектор DA2 выполнен на микросхеме NE(SA)612A аналогично первому смесителю, но с использованием цепей встроенного гетеродина в качестве опорного (выв. 6,7). Он выполнен по схеме ёмкостной «трёхточки» на конденсаторах C26,C28,C30,C32 и с кварцем ZQ2 в частотозадающей цепи. В этой схеме генерация колебаний возможна только при индуктивном сопротивлении цепи резонатора, т.е. частота колебаний всегда находится между частотами последовательного и параллельного резонансов. Каждый КФ комплектуется «опорным» кварцевым резонатором в высоком корпусе HC-49U, у которого частота последовательного резонанса меньше на 2-3 кГц, чем у КФ, выполненного на резонаторах в низкопрофильном корпусе HC-49S «лодочка», поэтому включать последовательно с кварцем «удлиняющую» катушку не требуется, необходимая частота опоры легко выставляется на нижнем скате АЧХ КФ (примерно на 300 Гц ниже нижней границы полосы пропускания КФ по уровню -6дБ) включением последовательно с кварцем «укорачивающего» конденсатора C26,C28.

У некоторых синтезаторов на Si5351a, например у Ёжика, можно активировать второй выход и использовать его в качестве опорного гетеродина, подав сигнал на платы через разъём BFO. При этом детали, отмеченные цветом на схеме, на плате не устанавливаются. В этом случае появляется дополнительные возможности: можно переключать боковую полосу, установить частоту первого гетеродина всегда выше частоты сигнала – это позволит улучшить подавления зеркального канала за счёт селективность платы ФНЧ, но заметно «загрязнится» сигнал синтезатора, увеличиться число спуров и будет хуже подавление несущей, поэтому вариант с «внутренним» опорным генератором будем рассматривать как основной.

Продетектированный сигнал с выхода детектора (выв. 5 DA2) очищается трёхзвенным пассивным ФНЧ C35,R30,C38,R36,C43 с частотой среза примерно 3 кГц и поступает на инверсный вход усилителя звуковой частоты (УЗЧ) (выв.2 DA4). Такое включение в отличии от стандартного, обеспечивает лучшую устойчивость LM386 при её включении с большим усилением, равным 200 раз. К выходу УЗЧ (выв. 5 DA4) подключены цепи АРУ, вспомогательного усилителя S-метра и регулятор громкости 0R2 с динамиком на 8 Ом или наушники.

АРУ обеспечивает полевой транзистор VT10, работающий в режиме управляемого сопротивления. Управляющий сигнал на затвор VT10 поступает с накопительной ёмкости C48 детектора АРУ, выполненного на кремниевых диодах VD10,VD11. Резистор R39 задаёт время отпускания АРУ порядка 1 секунды. Детектор АРУ подключён к выходу УЗЧ через разделительный конденсатор C54 сравнительно большой ёмкости, что исключило частотную зависимость порога срабатывания АРУ, R42 задаёт время срабатывания АРУ на уровне примерно 30…40 мсек, что уменьшает ложные срабатывания АРУ от импульсных помех и обеспечивает вполне комфортное прослушивание эфира.

Максимальное выходное напряжение УЗЧ стабилизируется АРУ на уровне примерно 0,7…0,8 Вэфф, чего недостаточно для работы встроенного в синтезатор Ёжик S-метра. Поэтому к выходу УЗЧ подключён дополнительный усилитель на транзисторе VT12 с Кус=4,7. Выпрямитель S-метра выполнен на германиевых диодах, что позволяет уменьшить порог индикации S-метра практически до нуля. Подстроечным резистором R34 калибруют показания S-метра.

Для питания маломощных каскадов применяется интегральный стабилизатор DA3 на напряжение +6В. Переход в режим передачи происходит при подаче на разъём платы TX OUT напряжения +5В (с синтезатора или любого другого управляющего узла), которое через ограничительный резистор R28 поступает на базу VT13, транзистор открывается и своим коллекторным током открывает ключ VT3. С коллектора VT3 практически полное напряжение питания +13В поступает на шину +13V TX для питания как внешних устройств (предварительные каскады усилителя мощности), так и внутренних узлов тракта передачи. Резисторы R6,R9 ограничивают ток базы VT3 на уровне примерно 2 мА, чего вполне достаточно для работы транзистора S8550c в режиме насыщения с малым падением напряжения на нём (не более 0,3…0,5В) при токах нагрузки до 200-300 мА. При использовании в качестве VT3 транзисторов с меньшим усилением или при большей нагрузке, ток базы потребуется пропорционально увеличить .

По шине +13V TX напряжение порядка 13В через резистор R15 поступает на стабилитрон VD1, который ограничивает его на безопасном для цепей управления цифровых микросхем DD1, DD2, запитанных напряжением +6В, на уровне 5,6В и, заодно, обеспечивает стабилизированным и сглаженным от помех питанием микрофонный усилитель-ограничитель (МУО) на VT8. Сигнал управления +Т величиной +5,6В поступает на управляющие входы ключей DD1.1, DD1.2, DD1.3, через НЗК DD2.1 (выв. 2,15) на D2.2, DD2.3 и переключает их. Также сигнал управления +Т открывает транзисторные ключи VT5, закрывающий транзистор УПЧ VT6 по второму затвору, и VT9 (через диод VD4), блокирующий вход УНЧ. Одновременно стабилизированное напряжение +5,6В через развязывающий фильтр R18C52 поступает на МУО. Таким образом, включается режим передачи SSB.

К разъёму платы «MIC» подключается электретный микрофон. Питание на него поступает через нагрузочный резистор R46. Сигнал с микрофона уровнем порядка 15-25 мВ через простейший ФНЧ C55,R40,C46, защищающий от внеполосных помех, поступает на вход микрофонного усилителя, выполненный на транзисторе VT8 по схеме с общим эмиттером, усиливается примерно в 50 раз. В цепи параллельной ООС каскада включён диодный ограничитель на кремниевых диодах VD8,VD9. Он обеспечивает сжатие (клиппирование) сигнала до 10 дБ, что полезно для повышения пробивной силы сигнала SSB при работе с малой выходной мощностью (QRP). Регулировка усиления каскада и, соответственно, уровень клиппирования производится подстроечным резистором R35. Уровень клиппирования можно по своему желанию выставить любым, вплоть до полного его отсутствия. При положении его движка в верхнем по схеме положении усиление каскада и, соответственно уровень клиппирования будут максимальными. Ограничитель работает в режиме микротоков, поэтому максимальный уровень сигнала на выходе МУО примерно 250 мВ. Через R31C33 поступает на вход смесителя DA2 (выв. 1), выполняющего теперь роль балансного модулятора. Второй вход смесителя (выв. 2 DA2) при этом блокирован по НЧ электролитическим конденсатором C39. Резистор R31 совместно с входным сопротивлением смесителя образуют делитель напряжения, ослабляющий сигнал на входе модулятора

примерно в 14-15 раз, тем самым защищая его от перегрузки. С выхода модулятора (выв. 4 DA2) двухполосный (DSB) сигнал через цепочку R48,C25 R47 поступает на вход КФ и уже очищенный от паразитных продуктов модуляции (нерабочей боковой полосы и остатков несущей частоты) сигнал ПЧ поступает на вход первого смесителя (выв.1 DA1), где смешивается с сигналом первого гетеродина (синтезатора). Коэффициент передачи модулятора примерно 5. Чтобы исключить перегрузку по входу первого смесителя, применён резистивный делитель R47,R48, ослабляющий сигнал с выхода модулятора примерно в 3 раза и имеющий выходное сопротивление 1,5 кОм, что необходимо для правильного согласования КФ. С учетом потерь в КФ (примерно 3-4 дБ или 1,4-1,6 раза), на вход первого смесителя (выв. 1 DA1) приходит сигнал точно такого уровня, как и на модулятор. Т.о. обеспечивается максимальное использование линейной части амплитудной характеристики передающего тракта. Второй вход смесителя (выв. 2 DA1) заблокирован конденсатором C11, база VT1 замкнута на общий провод и он закрыт, обеспечивая надёжное закрывание приёмного тракта. А на базу VT2 поступает напряжение смещения и он открыт. С выхода смесителя (выв. 4 DA1) полученный в результате преобразования сигнал высокой частоты через цепочку C6L5 поступает на вход эмиттерного повторителя VT2, обеспечивающего согласование выходного сопротивления смесителя (примерно 1,5 кОм) со входом 50-ти Оммного ПДФ. Корректирующий дроссель L5 устраняет завал АЧХ на ВЧ из-за паразитных ёмкостей схемы, образуя с ними низкодобротный контур с частотой резонанса примерно 24 МГц. Резистор R2 обеспечивает устойчивость работы и повышает выходное сопротивление эмиттерного повторителя примерно до 50 Ом.

Для включения телеграфного режима от синтезатора (или с другой схемы управления) на разъём «CW» платы подаётся постоянное напряжение +5В (допустимо в пределах +4…+9В), которое по шине управления +5V CW :

- переключает ключ DD2.1, который переключает управляющие входы ключей DD2.2, DD2.3 от шины +T на общий провод, запрещая таким образом переключение приемного тракта УПЧ, детектора и УНЧ при переходе на передачу;
- открывает ключ VT7, подключающий к выходу детектора дополнительный фильтрующий конденсатор C36, в результате полоса пропускания НЧ тракта чего ограничивается сверху примерно на уровне 800 Гц;
- открывает ключ VT11, который блокирует микрофонный вход и закрывает транзистор VT8, замыкая его базу на общий провод;
- подает смещение в базовую цепь телеграфного гетеродина VT4, подготавливая его к работе от телеграфного ключа.

Телеграфный гетеродин выполнен также ёмкостной «трёхточки» на конденсаторах C13,C15,C19,C20 и с кварцем ZQ1 в частотозадающей цепи. В этой схеме генерация колебаний возможна только при индуктивном сопротивлении цепи резонатора, т.е. частота колебаний всегда находится между частотами последовательного и параллельного резонансов. При использовании кварца такого же типа, что и в КФ, требуемая частота генерации (как правило, на 700-1000 Гц выше частоты опорного гетеродина) достигается только подбором величины C15 (грубо) и подстройкой триммера C13 (точно). Конденсатор C23 определяет время нарастания и спада телеграфного сигнала и может быть подобран на свой вкус в пределах 0,22-1 мкФ. Подстроечным резистором R22 регулируется уровень выходного сигнала телеграфного гетеродина, поступающего в тракт ПЧ через конденсатор C21, благодаря малой ёмкости которого исключается рассогласование КФ в этом режиме. Для слухового контроля передаваемого телеграфного сигнала к разъёму платы «PTT» можно подключить так называемый «бузер» - миниатюрную пищалку со встроенный собственным генератором звуковой частоты.

Конструкция и детали

Все компоненты смонтированы на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита размером 100x105 мм. Плата рассчитана на установку малогабаритных радиодеталей, перечень которых приведён в таблице. Дроссель L5 устанавливается вертикально вместе с конденсатором C6 в посадочное место последнего.

Полевой транзистор 2N7000 может быть заменен BSN254, ZVN2120a, КП501а. Вместо BF980 можно применить BF961a, BF981a, КП327а,б. Диоды 1N4148 можно заменить на любые кремниевые - КД503, КД509, КД521, КД522. В качестве VD6, VD7 можно применить любые германиевые диоды – Д2, Д9, Д18, Д311 и т.п. Готовую печатную платы, как и весь набор деталей для сборки основной платы трансивера STEP II можно приобрести здесь.

Настройка

Собранная без ошибок плата, как правило, запускается сразу и вся настройка в общем-то «отвёрточная». Она сводится к установке требуемых частот опорного и телеграфного гетеродина и выходного уровня в режиме передачи CW. И тем не менее полезно пройти все этапы проверки работоспособности узлов и каскадов последовательно. Для настройки нам потребуются как минимум цифровой мультиметр, простой ВЧ пробник к нему и цифровой частотомер/цифровая шкала с чувствительностью не хуже 200 мВ, например вот такие.

Перед первым включеним платы нужно ещё раз внимательно проверить монтаж, подключить все показанные на схеме внешние цепи. Напряжение питания установить 13,8В. Ток потребления не должен превышать 30 мА. Затем цифровым мультиметром в режиме вольтметра проверяем режимы по постоянному току на соответствие указанным на схеме в режиме приема. Всю остальную проверку проводим, включив на синтезаторе или ГПД диапазон 3,5 МГц. В динамике должен быть слышен негромкий шум. Если мультиметр поддерживает режим измерения среднеквадратичного значения переменного напряжения (TRUE RMS), то можно измерить уровень собственных шумов на выходе УНЧ – он не должен превышать 10-12 мВэфф (типовое значение 7-8 мВэфф). Прикосновение руки или пинцета ко входу УНЧ (выв. 2 DA4) должно вызывать появление в динамике достаточно громкого, рычащего звука. Прикосновение руки к выводу 2 микросхемы DA2, а затем к дросселю L2 приводит к существенном росту шумов, а зачастую и к громкому приему наиболее мощной местной радиовещательной станции (АМ, ЧМ). Это означает, что опорный генератор и смесительный детектор исправны. В работоспособности первого смесителя и КФ убеждаемся, прикоснувшись рукой к выводу 2 микросхемы DA1. А прикосновение руки к разъёму **IN** должно привести к заметному увеличению уровня шумов с явными признаками присутствия радиосигналов. При помощи ВЧ пробника можно проконтролировать уровень гетеродинов на входах смесителей: в опорном гетеродине (на выв. 6 DA1) в зависимости от активности кварца показания пробника должны быть в пределах 300-400 мВ, а в первом смесителе (на выв. 6 DA2) порядка 0,7-1,5 В. Работу и исправность ключей DD1, DD2 можно проверить во включённом состоянии обычным цифровым мультиметром в режиме измерений сопротивления. Испытательное напряжение при этом не превышает 0,2В и совершенно безопасно для микросхем. Сопротивление канала открытого ключа не должно превышать 50 Ом, типовое значение 27-33 Ома.

Закончив проверку работоспособности основных узлов, приступаем к собственно настройке. Она состоит из трёх этапов:

1. Установке частоты опорного гетеродина, для чего к разъёму платы **BFO** подключаем частотомер. Подстройкой триммера C26, а при необходимости и подбором C26 выставляем значение примерно на 300 Гц ниже от нижнего края полосы пропускания КФ по уровню -6дБ. Более точно можно будет выставить частоту опорного гетеродина уже при пробном прослушивании эфира по наиболее комфортному для Вас звучанию или при помощи любой программы - спектроанализатора, например SPECTROLAB (см. ниже).
2. Для настройки частоты телеграфного гетеродина нужно в режиме приема подать на разъём платы CW напряжение +5В или включить на синтезаторе «Ёжик», если он подключён, режим «CW» и нажать на ключ (замкнуть выводы разъёма «KEY»). Подключив частотомер к эмиттеру VT4, подстройкой триммера C13, а при необходимости и подбором C15, добиваемся, чтобы частоту генератора попала в полосу пропускания КФ и уже на слух выставляем наиболее комфортную частоту звучания - примерно на 700-1000 Гц выше частоты опорного гетеродина.
3. Регулировка уровня выходного сигнал тракта передачи. Для этого к разъёму **IN** подключаем нагрузку – резистор 51 Ом и параллельно с ним ВЧ пробник, на синтезаторе «Ёжик» снова переключаемся в режим SSB (отключаем напряжение +5В с разъёма CW), для включения режима передачи нажимаем на педаль (подаём +5В на разъём **TX OUT**) и произнося в микрофон громкое «А-а-а-а-а», фиксируем показания ВЧ пробника (должно быть примерно 52-57 мВ). Если есть ГЗЧ, то можно не кричать (Hi!), а подать на микрофонный вход напряжение 25 мВ с частотой 1 кГц. Затем переключаемся в режим CW (снова подаём напряжение +5В на разъём CW), одновременно нажимаем на педаль (подаём +5В на разъём **TX OUT**) и ключ, подстройкой подстроечного резистора R22 добиваемся такого же или немного (на 10%) большего показания ВЧ пробника.

Вот вся настройка.

Для желающих копнуть поглубше (Hi!):

1. Можно применить программу «SPECTROLAB». Для этого к выходу УНЧ подключаем вход звуковой карты компьютера, желательно через разделительный трансформатор, обеспечивающий гальваническую развязку, что существенно снизит уровень помех от сети. В качестве разделительного можно применить трансформаторы от транзисторных приемников, модемов и даже дроссель сетевого фильтра, имеющий индуктивность обмоток по 50 мГн. Нагруженный с двух сторон резисторами по 16 Ом, т.е. для УНЧ нагрузка осталась равной 8 Омам, такой трансформатор обеспечивает идеальную развязку с минимальной межвитковой емкостью и равномерную АЧХ как минимум от 100 Гц до 20 кГц (выше я не проверял, т.к. нет в этом особой необходимости, выше моя звуковая карта «не тянет»). Наблюдая на экране компьютера сквозную АЧХ приемного тракта, можно не только проверить и точнее выставить частоту опоры, но и проверить качество согласования и при необходимости провести согласование КФ. В качестве источника шумового напряжения на вход приемника (разъём IN) можно подключить кусок провода 5-10 м и выбрав на диапазоне участок, свободный от сильных сигналов. Но более наглядной получается картинка при подаче на вход монотонного ВЧ сигнала, например от ГСС или самодельного генератора, даже одной фиксированной частоты. Тогда медленно перестраивая приемник вокруг этой частоты можно получить вполне информативную картинку АЧХ. Верхний график получен при входном сигнала 3 мкВ фиксированной частоты помощи синтезатора «Ёжик», перестраиваемого с минимальный шагом 10 Гц.
2. При наличии NWT можно инструментально снять сквозную АЧХ ВЧ/ПЧ тракта приема и проверить качество согласования КФ. Для этого в режиме приема выход NWT подключают на вход «**IN»**, а вход детектора (желательно высокоомный, но можно и 50-Омный) через керамический разделительный конденсатор 10 нФ к стоку VT6. Уровень испытательного сигнала нужно поддерживать таким, чтобы не было перегрузки тракта, т.е. при уменьшении уровня сигнала на 10 дБ форма АЧХ не должна существенно изменяться.

Схема прилагается на отдельном листе.

Творческих успехов!
Хорошего настроения!
Удачи и до встречи, 73!

С уважением,
Вячеслав
UR3IQH
+38(066)216-09-73
+38(050)473-93-73 (только Viber)
radiokits@yandex.ru
radiokits@i.ua
http://radio-kits.ucoz.ru

В состав набора основной платы трансивера "STEP II" входят:

№ п/п	Наименование	Номинал	Обозначение по схеме	Надпись на компоненте	Ед. изм.	Кол-во
1	Печатная плата 100x105 мм				шт.	1
1	Разъём в плату 2-х контактный	NS25-W2P			шт.	11
2	Разъём в плату 3-х контактный	NS25-W3P			шт.	1
3	Разъём на кабель 2-х контактный	NS25-G2			шт.	11
4	Разъём на кабель 3-х контактный	NS25-G3			шт.	1
5	Контакт разъёма на кабель	NS25-T			шт.	25
6	Резистор 0,25 Вт	150	R1		шт.	1
7	Резистор 0,25 Вт	100	R7,R6,R14, R16,R18,R21,R24, R25		шт.	8
8	Резистор 0,25 Вт	27	R2,R17,R23		шт.	3
9	Резистор 0,25 Вт	620	R3,R15		шт.	2
10	Резистор 0,25 Вт	62 k	R4		шт.	1
11	Резистор 0,25 Вт	100 k	R43		шт.	1
12	Резистор 0,25 Вт	33 k	R5,R11,R12,R31		шт.	4
13	Резистор 0,25 Вт	10 k	R8,R20,R36		шт.	3
14	Резистор 0,25 Вт	5,6 k	R9,R19,R30, R40,R42,R28		шт.	6
15	Резистор 0,25 Вт	2,4 k	R10,R13,R46-48, R29		шт.	6
16	Резистор 0,25 Вт	1,5 k	R26,R27,R37,R45		шт.	4
17	Резистор 0,25 Вт	1M	R32,R39		шт.	2
18	Резистор 0,25 Вт	470 k	R38,R44		шт.	2
19	Резистор 0,25 Вт	10	R41		шт.	1
20	Резистор подстроечный горизонтальный	20 k	R34		шт.	1
21	Резистор подстроечный горизонтальный	1 k	R22,R35		шт.	2
22	Конденсатор многослойный	0,1	C1,C5,C8, C16,C18,C22,C24, C33,C36,C37,C41, C50,C53,C57, C58, C40	104	шт.	16
23	Конденсатор электролитический	100x16V	C29,C56,C59		шт.	3
24	Конденсатор многослойный	0,01	C3,C4,C6,C7,C10, C14,C27,C31,C34, C46,C55,C11, C25, C38	103	шт.	14
25	Конденсатор подстроечный	2-10 pF	C9	белый	шт.	1
26	Конденсатор многослойный	*	C12,C17		шт.	2
27	Конденсатор подстроечный	8-40 pF	C13,C26	жёлтый	шт.	2
28	Конденсатор многослойный	10…15*	C15	100…150	шт.	1
29	Конденсатор многослойный	120	C19,C20,C30,C32	121	шт.	4
30	Конденсатор многослойный	2,2 pF	C21	2R2	шт.	1
31	Конденсатор многослойный	0,47	C23,C45	474	шт.	2
32	Конденсатор многослойный	10…15*	C60	100…150	шт.	1
33	Конденсатор многослойный	47*	C28	470	шт.	1
34	Конденсатор многослойный	0,033	C35	333	шт.	1
35	Конденсатор электролитический	10x16V	C39,C42,C48,C51, C52,C2		шт.	6
36	Конденсатор многослойный	4700	C43	472	шт.	1
37	Конденсатор электролитический	22x16V	C44		шт.	1
38	Конденсатор электролитический	2,2x16V	C47,C54		шт.	2
39	Конденсатор электролитический	470x16V	C49		шт.	1
40	Панелька цанговая	DIP16			шт.	2
41	Панелька цанговая	DIP8			шт.	3
42	Микросхема	SA612	DA1,DA2		шт.	2
43	Микросхема	74HC4053	DD1,DD2		шт.	2
44	Микросхема	LM386	DA4		шт.	1
45	Транзистор ТО-92	S9018	VT1,VT2		шт.	2
46	Транзистор ТО-92	S8550C	VT3		шт.	1

47	Транзистор ТО-92	2N3904	VT4,VT8,VT12, VT13		шт.	4
48	Транзистор ТО-92	2N7000	VT5,VT7,VT9-11		шт.	5
49	Транзистор ТО-92	BF961	VT6		шт.	1
50	Стабилизатор ТО-92	78L06	DA3		шт.	1
51	Стабилитрон 0,5 Вт	5V6	VD1,VD5		шт.	2
52	Диод	1N4148	VD2-4,VD8-11		шт.	7
53	Диод	Д2/Д9	VD6,VD7		шт.	2
54	Дроссель аксиальный	12 мкГн	L1,L2		шт.	2
55	Дроссель аксиальный	0,82...1 мкГн	L4		шт.	1
56	Дроссель аксиальный	22 мкГн	L3		шт.	1
57	Дроссель аксиальный	4,7 мкГн	L5		шт.	1
57	Кварц	8,82768 МГц	ZQ1		шт.	1
1	Кварц	8,82768 МГц	ZQ2		шт.	1
2	Фильтр кварцевый 8-ми кристальный		КФ		шт.	1