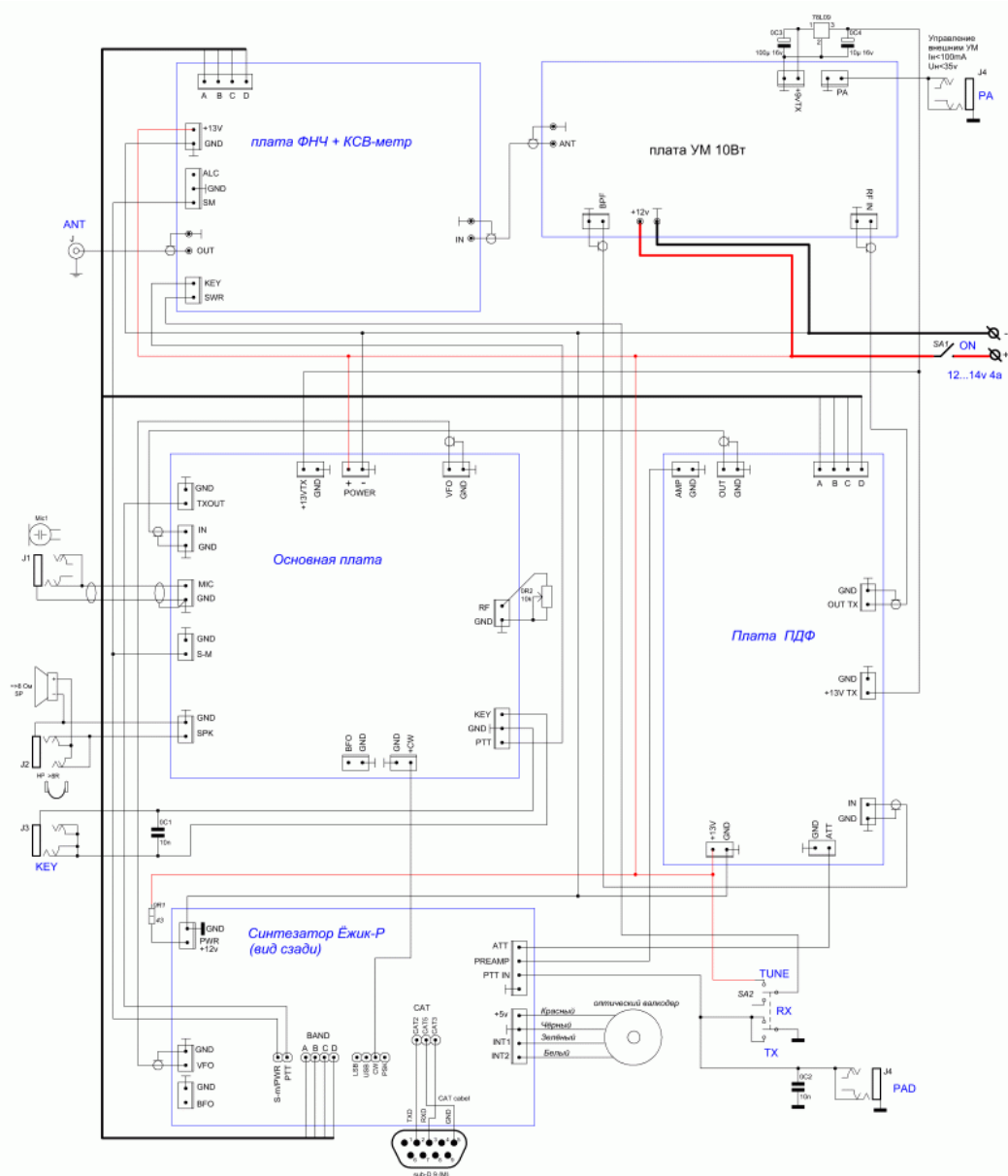


КВ трансивер STEP-II, основная плата

Тема создания простого всдиапазонного 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 SA/NE612A и электронных ключей 74HC4053, с синтезатором частоты, послужившая основой трансивера под названием STEP, документацию на который можно скачать [здесь](#).

Предлагаемая вашему вниманию новая конструкция всдиапазонного 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), описанного [здесь](#), КВ усилителя мощности на 10 Вт, описанного [здесь](#), и шестидиапазонного фильтра нижних частот (ФНЧ), описанного [здесь](#). Принципиальная схема межплатных соединений трансивера STEP II показана на рисунке



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) – 2,54 кГц;
- полоса пропускания в режиме CW (по уровню – 6 дБ) – 0,5 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 45 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 малощумящем транзисторе VT1, включённом по схеме с общей базой. УВЧ выполняет несколько функций – обеспечивает небольшое усиление сигнала, согласование ПДФ с высокоомным (примерно 1,5 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 25-30 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 баз 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 цепочку C6, L5 одновременно шунтирует и сигнал с выхода смесителя (вывод 4 DA1), тем самым обеспечивая надёжную изоляцию тракта 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 150-170 мВэфф (500...540 мВ Up-p) и через разделительный конденсатор C7 поступает на гетеродинный вход смесителя (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 восьмикристалльный 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 ОР1. В виду того, что в трансивере АРУ реализована 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 контур с резонансом на частоте ПЧ 8,865 МГц. 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 С34 и через НЗК ключа DD2.3 (выв.4 и 5) электролитическим конденсатором С39, исключающим поступление НЧ помех с отключённого 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 С26, С28, С30, С32 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 С26,С28.

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 селективности платы ФНЧ, но заметно «загрязнится» сигнал синтезатора, увеличится 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 С35, R30, С38, R36, С43 с частотой среза примерно 3 кГц и поступает на инверсный вход усилителя звуковой частоты (УЗЧ) (вывод 2 DA4). Такое включение в отличие 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 ОР2 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 С48 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 С54 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 $K_{ус}=4,7$. 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 2мА, 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 и 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 DD2.2, 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 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, выполненного на транзисторе VT8 по схеме с общим эмиттером, где 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. С коллектора VT8 выходной сигнал максимальным уровнем 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 15-16 раз, тем самым защищая его от перегрузки. С выхода модулятора (выв.4 DA2) двухполосный (DSB) сигнал через цепочку R48C25R47 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 1,5кОм, 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.е. 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 теперь 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 Омного ПДФ. Корректирующий дроссель L5 устраняет завал АЧХ на ВЧ из-за паразитных ёмкостей схемы, образуя с ними низкочастотный контур с частотой резонанса примерно 24 МГц. Резистор R2 обеспечивает устойчивость работы и повышает выходное сопротивление эмиттерного повторителя примерно до 50 Ом.

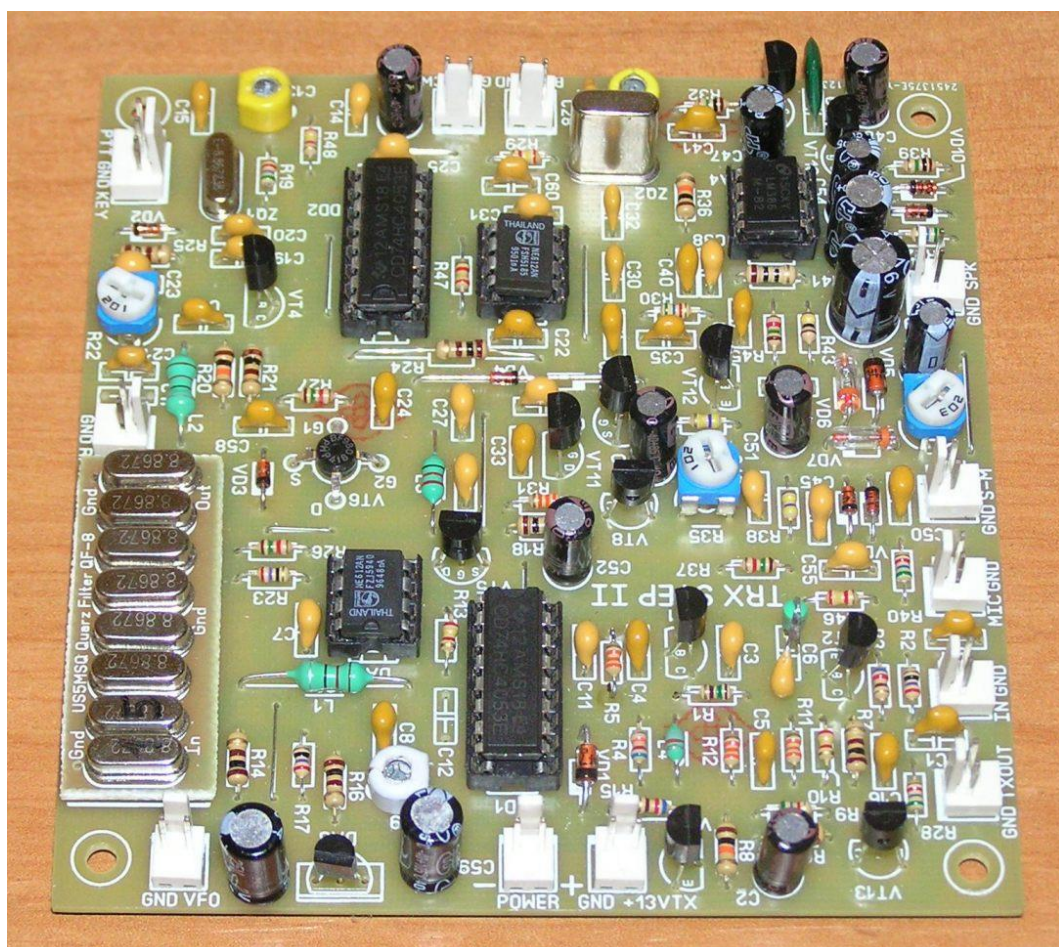
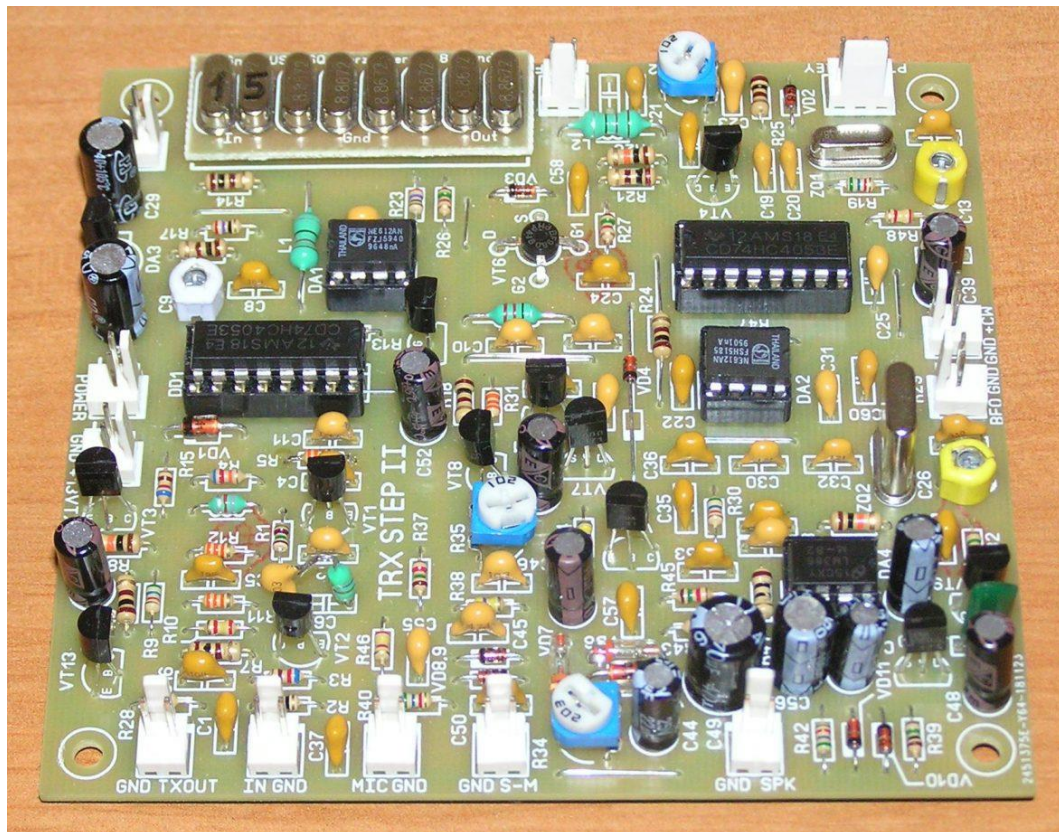
Для включения телеграфного режима от синтезатора (или от другой схемы управления) на разъём «CW» платы подаётся постоянное напряжение +5В (допустимо в пределах +4...+6 В), которое по шине управления +5v CW:

- переключает ключ DD2.1, который переключает управляющие входы ключей DD2.2, DD2.3 от шины +Т 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 частотоподающей 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 «РТТ» можно подключить так называемый [buzzer](#) — миниатюрную пищалку со встроенным 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

Перечень деталей основной платы TRX STEP II

№п/п	Обозначение	Наименование	Номинал	Кол-во, шт
1		Плата печатная с маской и маркировкой	100x105 мм	1
2	C1,C5,C8,C16,C18,C22,C24,C33,C36,C37,C40,C41,C50,C53,C57,C58	Конденсатор керамический	100nF(104) Y5V	16
3	C2,C39,C42,C48,C51,C52	Конденсатор электролитический	10µF	6
4	C3,C4,C6,C7,C10,C11,C14,C25,C27,C31,C34,C38,C46,C55	Конденсатор керамический	10nF(103) X7R	14
5	C9	Подстроечный конденсатор белый	2-10 pF	1
6	C13,C26	Подстроечный конденсатор жёлтый	8-40 pF	2
7	C15,C60	Конденсатор керамический	12 pF (120)	2
8	C19,C20,C30,C32	Конденсатор керамический	120pF(121) NP0	4
9	C21	Конденсатор керамический	2.2 pF(2p2) NP0	1
10	C23,C45	Конденсатор керамический	470nF(474) Y5V	2
11	C28	Конденсатор керамический	47 pF (470) NP0	1
12	C29,C56,C59	Конденсатор электролитический	100µF	3
13	C35	Конденсатор керамический	33 nF (333) X7R	1
14	C43	Конденсатор плёночный	4,7 nF (472)	1
15	C44	Конденсатор электролитический	22µF	1
16	C47,C54	Конденсатор электролитический	2,2µF	2
17	C49	Конденсатор электролитический	470µF	1
18	R1	Резистор постоянный	150 Ом	1
19	R6,R7,R14,R16,R18,R21,R24,R25	Резистор постоянный	100 Ом	8
20	R2,R17,R23	Резистор постоянный	27 Ом	3
21	R3,R15	Резистор постоянный	620 Ом	2
22	R4	Резистор постоянный	62 ком	1
23	R5,R11,R12,R31	Резистор постоянный	33 ком	4
24	R8,R20,R36	Резистор постоянный	10 ком	3
25	R9,R19,R28,R30,R40,R42	Резистор постоянный	5,6 ком	6
26	R10,R13,R29,R46,R47,R48	Резистор постоянный	2,4 ком	6
27	R22,R35	Резистор построечный	1 kОм	2
28	R26,R27,R37,R45	Резистор постоянный	1,5 kОм	4
29	R32,R39	Резистор постоянный	1 Мом	2
30	R34	Резистор построечный	20 kОм	1
31	R38,R44	Резистор постоянный	470 kОм	2
32	R41	Резистор постоянный	10 Ом	1
33	R43	Резистор постоянный	100 kОм	1
34	VT1,VT2	Транзистор биполярный	S9018	2
35	VT3	Транзистор биполярный	S8550C	1
36	VT4,VT8,VT12,VT13	Транзистор биполярный	2N3904	4
37	VT5,VT7,VT9,VT10, VT11	Транзистор полевой	2N7000	5
38	VT6	Транзистор полевой	BF980, BF961	1
39	VD1,VD5	Стабилитрон	5,6v	2
40	VD2,VD3,VD4,VD8,VD9,VD10,VD11	Диод кремниевый	1N4148	7
41	VD6,VD7	Диод германиевый	Д9	2
42	DA1,DA2	Микросхема смесителя DIP8	NE612a	2
43	DA3	Стабилизатор интегральный TO92	78L06	1
44	DA4	Микросхема УНЧ DIP8	LM386	1
45	DD1,DD2	Микросхема коммутатора DIP16	74HC4053	2
46	ZQ1	Кварцевый резонатор HC-49S	8.867238MHz	1
47	L1,L2	Дроссель аксиальный	12 uH	2
48	L3	Дроссель аксиальный	22 uH	1
49	L4	Дроссель аксиальный	0,82 uH	1
50	L5	Дроссель аксиальный	4,7 uH	1
51		Панелька микросхемная	8 pin	3
52		Панелька микросхемная	16 pin	2
53		Соединители мама-папа 2,54 мм 2pin		11
54		Соединители мама-папа 2,54 мм 3pin		1
55	Z1	Фильтр кварцевый QF1S-8		1

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 регулировке выходного уровня в режиме передачи CW. И тем не менее полезно пройти все этапы проверки работоспособности узлов и каскадов. 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 включением платы нужно ещё раз внимательно проверить монтаж, подключить все показанные на схеме внешние цепи. Напряжение питания установить 13,8В. Ток потребления не должен превышать 30мА. 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 бить 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 (типичное 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 существенному 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 проверить уровень гетеродинов на входах смесителей: в опорном гетеродине (на выв.6 DA2) в зависимости от активности кварца показания пробника должны быть в пределах 250-500 мВ, в первом смесителе (на выв.6 DA1) порядка 200-300 мВ, а на эмиттере VT4 в режиме CW и нажатом ключе показания пробника должны быть в пределах 0,7-1,5В. 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:

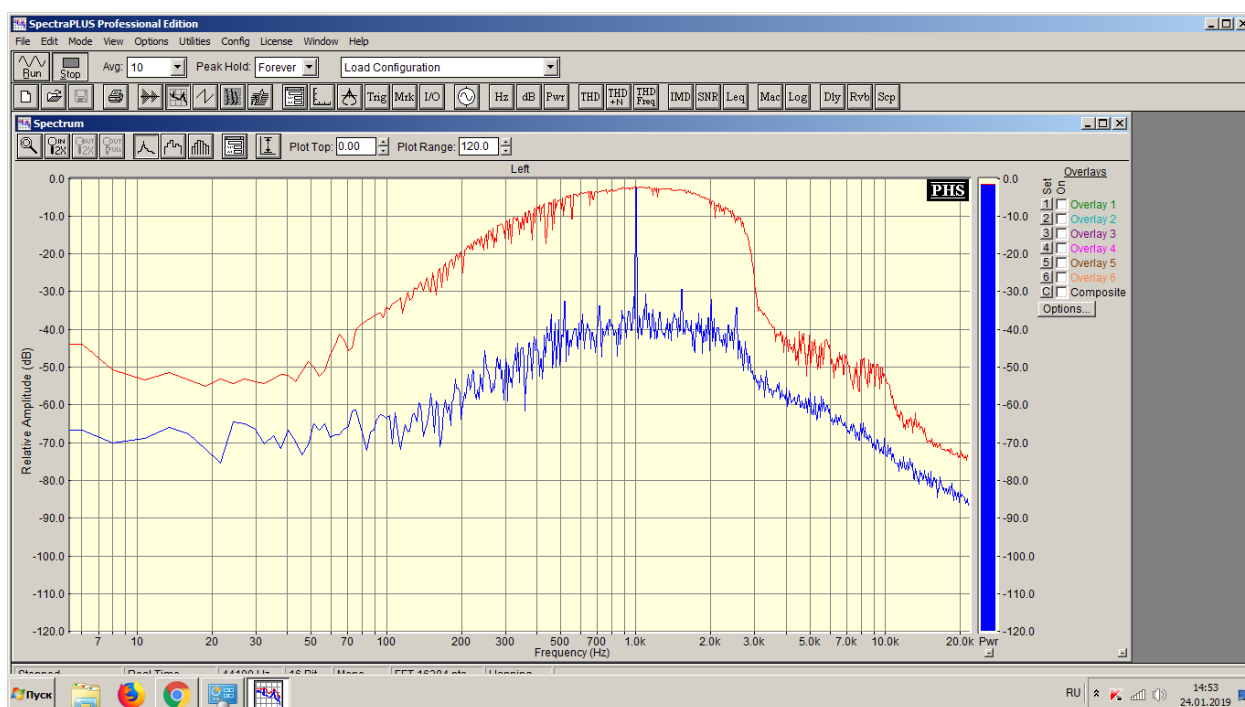
1. Установке частоты опорного гетеродина, для чего к разъёму платы BFO подключаем частотомер. Подстройкой триммера C26, а при необходимости и подбором C28 выставляем значение примерно на 300Гц ниже от нижнего края полосы пропускания КФ по уровню -6дБ. Более точно можно будет выставить частоту опорного 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 сигнала 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 произносим в микрофон громкое «А-а-а-а», фиксируем показания ВЧ пробника (должно быть примерно 50 — 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.

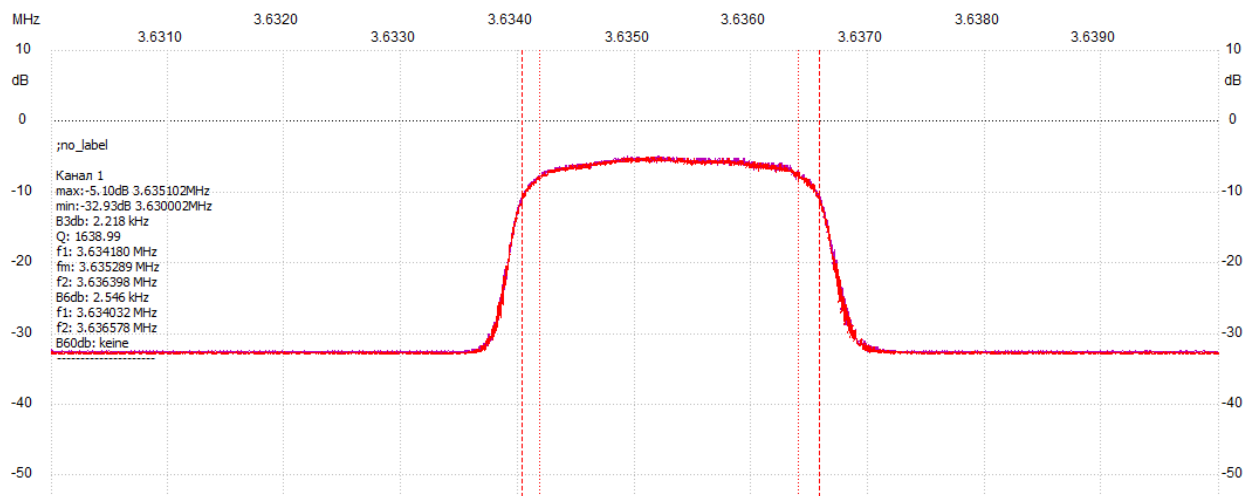
Вот вся настройка!

Для желающих копнуть поглубже (Hi!):

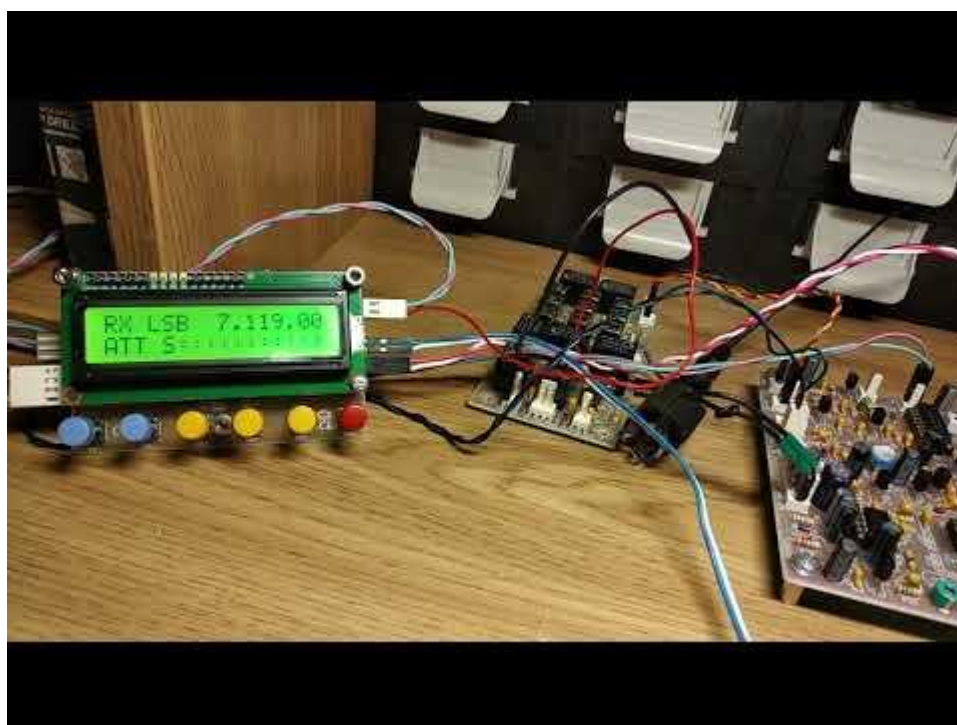
Можно применить программу «SPECTROLAB». Для этого к выходу УНЧ подключаем вход звуковой карты компьютера, желательно через разделительный трансформатор, обеспечивающий гальваническую развязку, что существенно снизит уровень помех от сети. В качестве разделительного можно применить трансформаторы от транзисторных 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 Ом, 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 сигнале 3 мкВ фиксированной частоты помощи синтезатора «Ёжик», перестраиваемого с минимальным шагом 10 Гц



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



Видеоролики от нашего коллеги Вячеслава, демонстрирующие работу основной платы TRX STEP II в режиме приёма





Сергей Беленецкий (US5MSQ)
Июнь 2019г.
г. Киев

Источник материала: [авторский сайт](#)