

РЕВЕРСИВНЫЙ ТРАКТ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ ПО МОТИВАМ Р-76М2

Тема создания простого ТРХ на не дефицитных компонентах и простого по конструкции и в наладке очень интересна и актуальна до сих пор. Р-76М2 в этом плане очень хороший образец для подражания. Радио-76М2 - это не просто легендарное имя но и уже нарицательное название структурной схемы. Единственный существенный его недостаток - введение дополнительных диапазонов затруднено.

Что касается принципиальной схемы, то, на мой взгляд, изящнее решения приемного тракта (диодные смеситель + защитный контур (руфинг) по входу УПЧ, регулируемый 2-х каскадный УПЧ на биполярниках с установкой ЭМФ между ними, за счет чего он выполняет не только функцию ФСС, но и "подчистного" - отсюда низкие шумы по приему) по простоте конструкции при доступности и дешевизне компонентов и при очень приличных параметрах трудно придумать.

Вот один из моих набросков схемы по мотивам Р-76М2, нисколько не сложнее оригинала, но позволяющий легко реализовать многодиапазонность. Предложенная схема - без коммутации ПДФ, а одно и гетеродинов, что не только уменьшает размеры конструкции, особенно в 3-х диапазонном варианте.

Под многодиапазонностью понималось возможность простой реализации до 3-х диапазонов - 40,80 и 160 м (если с ЭМФ 500 кГц), но в принципе, если применить эту структуру с КФ - то легко получить и все 9 диапазонов, только в этом случае в УПЧ вместо биполярников эффективнее поставить BF9xx.

Современные диодные сборки, например копечные и доступные BAV99 (2 последовательно включенных диода), позволяют при соответствующем выборе схемы делать смесители, практически не требующие подбора диодов и балансировки моста, практически подавление будет зависеть только от качества намотки трансов.

Именно такой вариант указан в приведенной схеме. Одна сборка BAV99 ставится вместо верхней, а другая - вместо нижней пар диодов. Поэтому не обязательно применять диоды Шотки, хотя, конечно, с ними потери будут немного ниже - из дешевых и доступных хороши BAS70.

К вопросу о параметрах ЭМФ и прежде всего неравномерности в полосе пропускания. Часто говорят, ссылаясь при этом справочные данные из журнала "Радио" и на свой опыт о том, она велика - до 3-6 дБ и что не реально получить меньше.



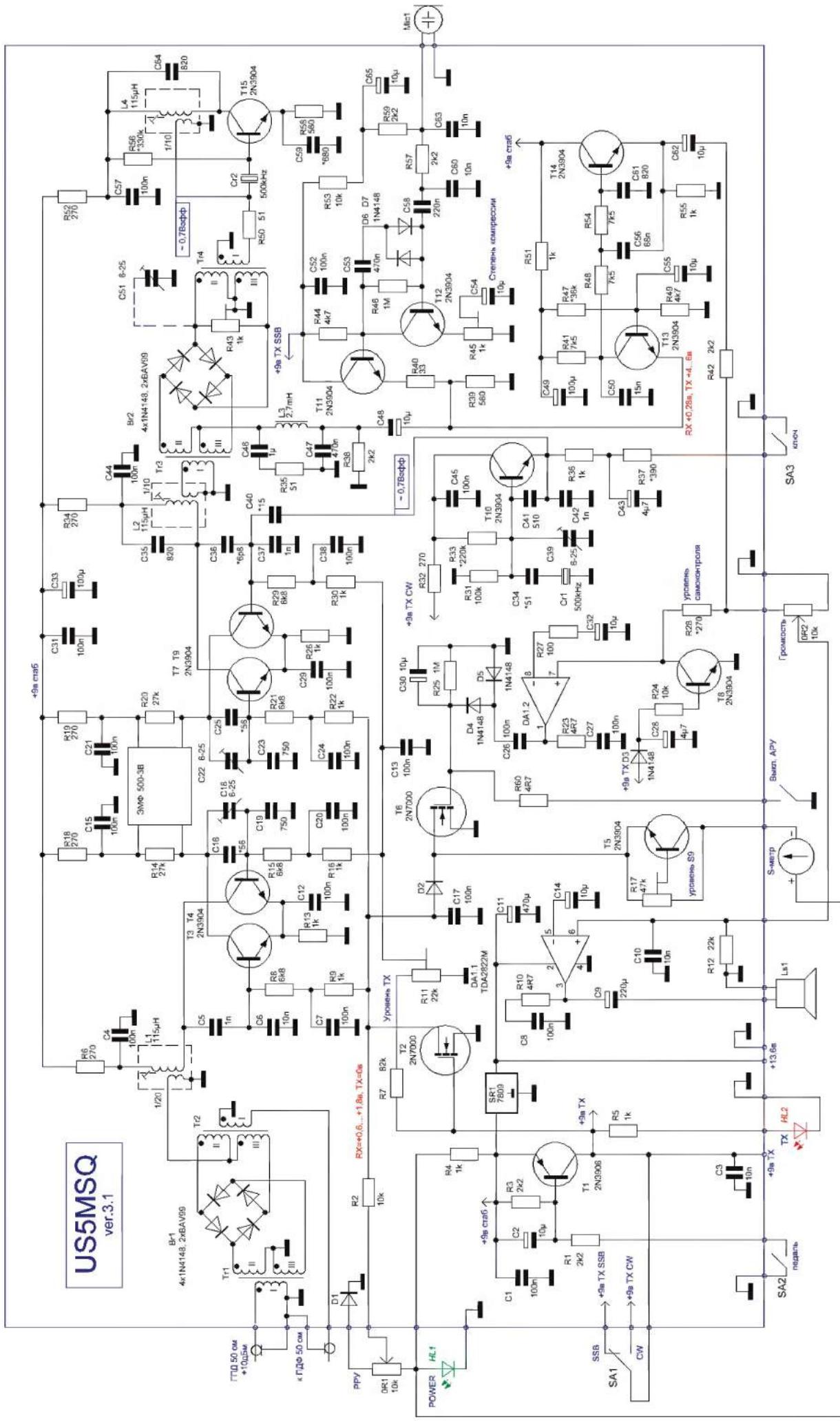
Эксперименты красноречиво показывают, в схеме с последовательным включением обмоток возбуждения и правильным согласованием позволяют легко получить малую неравномерность (менее 1,5-2 дБ). Необходимо только учесть, что ЭМФ не выносят большого (более 1-2 мА) подмагничивающего тока, поэтому их крайне не рекомендуется подключать напрямую в стоковую цепь УПЧ на двухзатворниках, имеющих как правило рабочий ток 5-7 мА, а только через промежуточный контур ПЧ.

При разработке печатной платы желательно:

- максимально разнести вход/выход тракта, заземленный стальной корпус ЭМФ представляет собой отличный экран, поэтому удобно их разместить по обе стороны ЭМФ, как ориентир - печатка Р-76М2;
- опорник размещать около детектора/модулятора по диагонали от входа УПЧ;
- в случае обычных компонентов разводку ног биполярных транзисторов делать под советские КТ3102, т.к. ножки импортных (2N3904, KC/BC547-549, 2SC1815 и т.п. легко отгибаются под любую цоколевку), для SMD транзисторов - под цоколевку 2N3904 - она идентична со многими популярными и не дорогими транзисторами типа BC847-850, 2N2222;
- смесителях стоит отказаться от советских диодов, у которых слишком большой разброс, и поставить импорт типа 1N4148, разброс которых небольшой и допустим простой подбор по сопротивлению, а еще лучше, даже если все остальное на обычных деталях, поставить SMD сборки типа BAV99, они недороги, широко распространены, но, главное, полностью уберут как проблему подбора диодов (степень подавления несущей практически полностью будет определяться качеством намотки трансов), так и проблему временной и температурной стабильности подавления несущей;
- контура ПЧ - взять за основу стандартные от советских или малогабаритные от импортных транзисторных приемников. Кстати, применение контуров на основе СБ-12а, особенно на входе УПЧ, можно только приветствовать, т.к. может заметно повысить помехоустойчивость нашего ТРХ.

US5MSQ
ver 3.1

ver.3.1



Для ГПД предпочтительны КПЕ с воздушным диэлектриком от "Альпиниста", "ВЭФ" и т.п. с максимальной емкостью не менее 150-200 пФ.

Как вариант, можно попробовать и с вариакапом. желательны с максимальной емкостью не менее 200 пФ и большим перекрытием по частоте при напряжениях 1-5..8 В. Из советских хорошо подходят КВ131,КВ135, из импортных одни из лучших - 1SV149.

Для управления можно применить дешевые многооборотники от импортных телевизоров, имеющие к тому же до 30-40 оборотов.

В качестве ГПД планируется схема - она как специально рождена для диодных смесителей - на выходе практически идеальный синус, работает практически с любым соотношением L/C, малое напряжение на контуре (порядка 80-100 мВ) уменьшает начальный выбег и способствует получению хорошей термокомпенсации, и позволяет подключать вариакапы напрямую. Более того, ее цепь стабилизации уровня выходного сигнала имеет ту же температурную зависимость, что и напряжение открывания диодов смесителя, а значит обеспечит почти идеальную температурную и временную стабильность режима работы смесителя. Ввести в схему ГПД цепочку ЦАПЧ можно любым вариакапом, подключенным через малую емкость к контуру, причем последнюю выбираем 0,5-1% от минимальной емкости контура, например, для указанных на схеме - порядка 1-2 пФ

ПДФ трехконтурные, т.к. 2-х контурные даже при сужении диапазонов до SSB участков, не обеспечивают приемлемое подавление зеркалки не только на 40 но и 80 м.

Как универсальный вариант, ПДФ можно развести на готовых китайских катушках, а при необходимости в эти же отверстия нормально станут импортные пары дроссель (вертикально) + триммер.

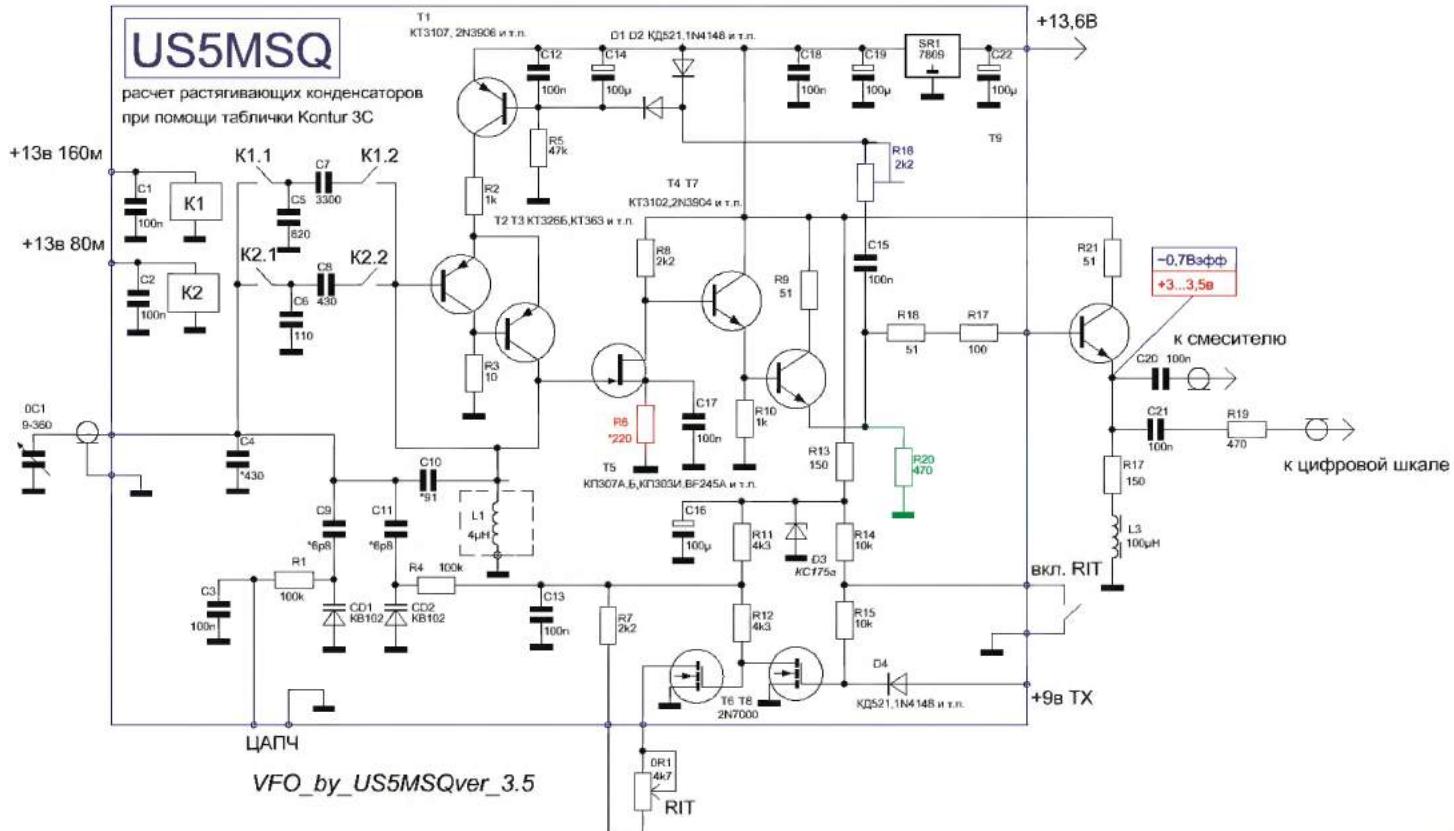
Данные катушек можно смело брать из описания Р-76, Р-76М2. В принципе годятся любые готовые контура ПЧ 455-465 кГц, имеющие обмотку связи с числом витков в 7-15 раз меньше основной.

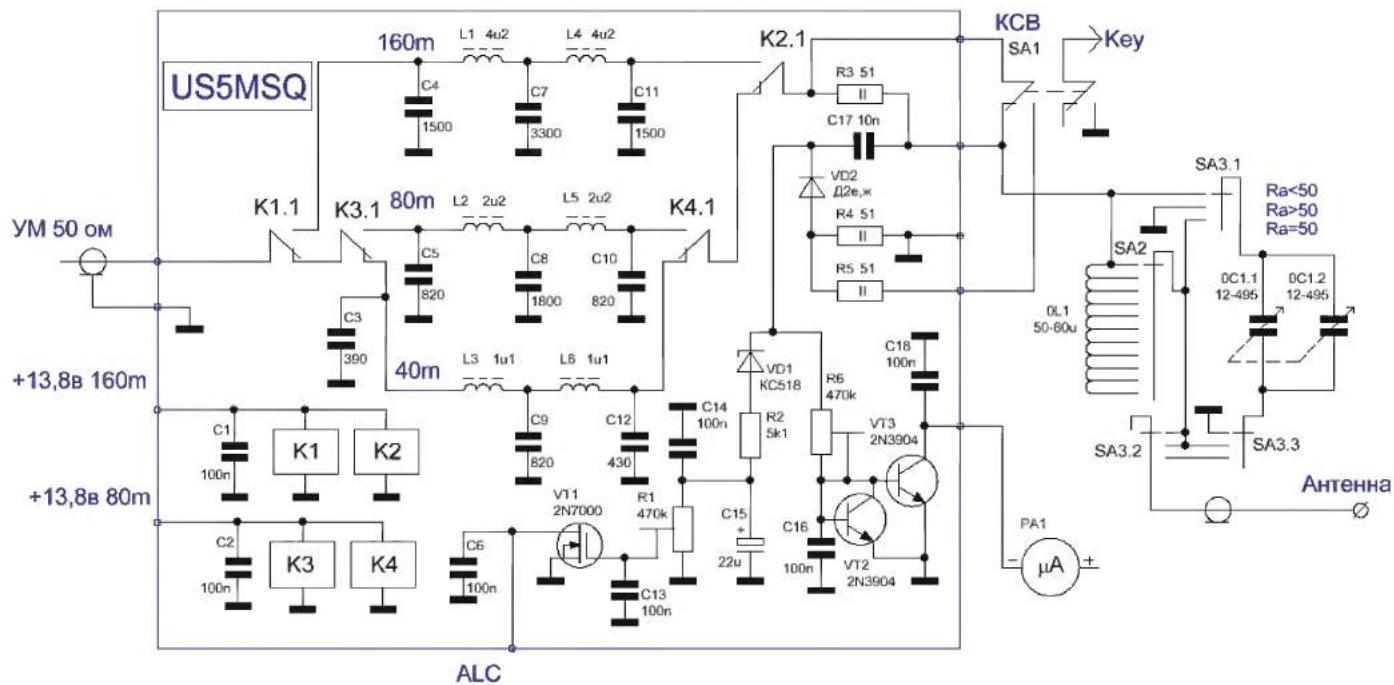
Если же будете доматывать катушку связи, то оптимальное соотношение витков катушек 1/10, кроме первого контура ПЧ - там оптимально 1/15.

Ограничитель выполняет двойную функцию - прежде всего это защита от перегрузки модулятора и с этой точки зрения он просто необходим начинающим, да и не только им. Регулятором можно полностью компрессию убрать или сделать мягкой, жесткой - по выбору и под любой тип микрофона. Компрессия в QRP вещь тоже очень полезная, т.к. позволяет в разы повысить " дальность".

Стабилитрон в принципе можно выкинуть, но при этом возможно понадобится усилить фильтрацию по цепям питания УПЧ, а в общем - не принципиально. Да, вполне вероятно, что потребуется дополнительная балансировка модулятора емкостью - надо будет предусмотреть место на плате для ее размещения.

Генератор CW можно сделать на основе керамического резонатора. При этом выходной сигнал SW генератора подаем на базу T6, а сигнал +9 В TX подается через тумблер либо на микрофонный усилитель (режим SSB), либо на транзисторный ключ коммутации CW генератора.





В TRX можно применить любые исправные магнитострикционные ЭМФ, только придется подобрать емкости для настройки в резонанс катушек возбуждения и, возможно, для более гладкой АЧХ в полосе пропускания величину согласующих резисторов.

Указанная на схеме величина 27 кОм справедлива для ЭМФ, имеющих оптимальное сопротивление нагрузки 20 кОм, насколько мне известно были еще типы с 75 кОм, тогда эти резисторы надо будет увеличить до 150 - 300 кОм, а возможно и просто убрать - решение принимаем по результатам испытаний.

Потери 3-х контурного ДПФ примерно 3-4 дБ, смеcителя -6 дБ, первого контура порядка 2-4 дБ (в зависимости от того чему отдадим предпочтение - чутью или помехоустойчивости, т.е. катушка связи 1/7 или 1/15 от контурной) + коэффициент шума 1-го УПЧ порядка 3 дБ, т.е. оценочный Кшума приемного тракта ожидается порядка 15-17 дБ, что соответствует чутью лучше 1 мкВ. Так что с этим у нас все хорошо. Что касается вопроса - достаточно ли усиления? Напомню, что крутизна биполярников при токе 1 мА порядка 36-38 мА/В, нагрузка (ЭМФ) =20 кОм+ согласование =10 кОм, т.е. потенциально один каскад способен усилить в 350-380 раз, здесь просматриваются другие про-

блемы - обеспечить максимально устойчивое усиление и исключить перегрузку каскадов внутри полосы пропускания, и, на мой взгляд, авторы Р-76 прекрасно с этим справились (по крайней мере в приемном тракте, а некоторую нестыковку уровня сигнала в передающем мы стараемся устранить), применив частичное включение во входные контура, причем коэффициент включения выбран исходя не из оптимального согласования, а значительно меньшим, дабы обеспечить устойчивость УПЧ даже со старыми КТ312,315 имеющие большие проходные емкости.

У современных транзисторов проходная емкость меньше и есть возможность повысить включение почти в 2 раза, но будет ли в этом необходимость, покажет испытание собранной платы.

Взвесив все за и против, решил пойти традиционным путем - основная плата, ПДФ, ГПД и УМ на отдельных платах - так получается гибче и доступнее в изготовлении - разнообразных вариантов ГПД, 50-омных ПДФ, УМ (возможная схема с ФНЧ дана выше) - море и каждый сможет выбрать на свой вкус или кошелек

Чертежи вариантов печатных плат и схема синтеза для последней версии TRX находятся в архиве, в папке с соответствующим названием.