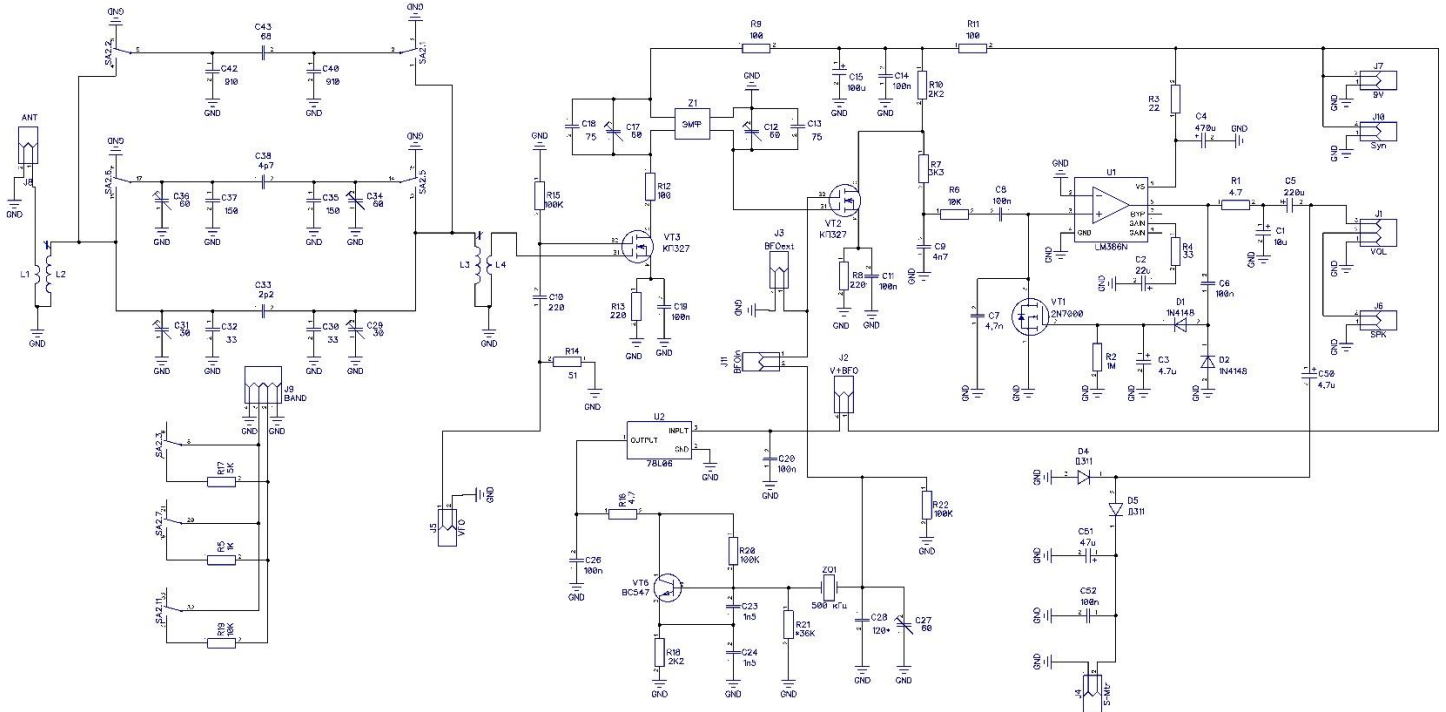


Трехдиапазонный приемник на 20, 40 и 80 м

Сергей Беленецкий, US5MSQ

Трехдиапазонный приемник на 20, 40 и 80м с ЭМФ представляет собой доработанную конструкцию простого приемника-наблюдателя на 80м. Принципиальная схема приемника приведена на рис.



Сигнал с антенного разъема подается на регулируемый аттенуатор, выполненный на двудежном потенциометре 1-5 кОм, и далее через катушку связи L1 поступает на двухконтурный полосовой диапазонный фильтр (ПДФ) L2,C31,C32 - L3,C29,C30 с емкостной связью через конденсатор C33. Переключение диапазонов производится трехпозиционным переключателем. В положении контактов, показанном на схеме включен диапазон 14 МГц. При переключении на 7 МГц к контурам подключаются дополнительные контурные конденсаторы C36,C37 и C35,C34, смещающие резонансные частоты контуров на середину рабочего диапазона и дополнительный конденсатор связи C38. При переключении на диапазон 3,5 МГц к контурам ПДФ подключаются соответственно конденсаторы C42,C40 и C43. Для расширения полосы на 80 м диапазоне введены резисторы R24, R23. Этот трехдиапазонный ПДФ рассчитан на применение большой, полноразмерной антенны и сделан по упрощенной схеме всего на двух катушках, что оказалось возможным благодаря нескольким особенностям - верхние диапазоны, где требуется БОЛЬШЕ чувствительность и селективность - узкие (меньше 3%), нижний 80 м, где очень высок уровень помех и вполне достаточно чувствительности порядка 3-5 мкВ - широкий (9%). Примененная схема имеет самый большой коэф.передачи по напряжению на 14 МГц с почти пропорциональным частоте снижением в сторону 3,5 МГц, причем избирательность по зеркальному каналу при ПЧ 500 кГц даже на 14 МГц будет порядка 30 дБ - вполне приличное значение, учитывая, что в полосе 13-13,35 МГц нет мощных вещательных станций.

Приемник работает очень чисто, даже без аттенуатора без заметных на слух перегрузок держит сигнал – уровнем как минимум до S9+40 дБ. Чувствительность при с/шум=10 дБ не хуже 3 мкВ (80 м) и 1 мкВ (40 и 20 м). Ток потребления в покое - порядка 20 мА и не более 50 мА при максимальной громкости на динамик 8 Ом.

Гетеродин в авторской версии был заменен на синтезатор частоты, работающем на микросхеме si5351, что существенно упрощает сборку приемнику, и несомненно получаем бонус в виде стабильности частоты. Частота генерации перестраивается в пределах от 100 Герц до 99 МГц, что легко делает приемник многодиапазонным. Диапазоны ограничиваются только применяемыми полосовыми фильтрами. При работе на 80м диапазоне частота генерации ГПД – 4,0 до 4.3 МГц. При переключении на 7 МГц - диапазон перестройки частоты 7,50-7,70 МГц. На диапазоне 14 мГц – 13,5 до 14 мГц. Сигнал ГПД подается с синтезатора подается на второй затвор смесителя VT3.

Остальная часть схемы полностью соответствует базовому варианту. Основную селекцию сигналов в приемнике выполняет ЭМФ Z1 с полосой пропускания 2,75 кГц. В зависимости от типа примененного ЭМФ селективность по соседнему каналу (при расстройке на 3 кГц выше или ниже полосы пропускания) достигает 60...70 дБ. С его выходной обмотки, настроенной конденсаторами C17, C12 в резонанс на промежуточную частоту, сигнал поступает на детектор, который выполнен по схеме, аналогичной первому смесителю, на полевом транзисторе VT2. Его высокое входное сопротивление позволило получить минимально возможное затухание сигнала в ЭМФ основной селекции (порядка 10-12 дБ), поэтому на первом затворе величина сигнала составляет не менее 8...10 мкВ.

Второй гетеродин приемника выполнен на транзисторе VT6 по схеме индуктивной трехточки (схема Хартли), только вместо индуктивности применен керамический резонатор ZQ1. В этой схеме генерация колебаний возможна только при индуктивном сопротивлении цепи резонатора, т.е., частота колебаний находится между частотами последовательного и параллельного резонансов. Нередко в подобных приемниках во втором гетеродине используют довольно дефицитный комплект - кварцевый резонатор на 500 кГц и ЭМФ с верхней полосой пропускания. Это удобно, но заметно удорожает приемник.

В нашем приемнике в качестве частото задающего элемента применен широко распространенный керамический резонатор на 500 кГц от пультов ДУ, имеющий достаточно широкий межрезонансный интервал (не менее 12-15 кГц). Подстройкой емкости конденсаторов C28, C27 второй гетеродин легко «тягается» по частоте в диапазоне, как минимум 493-503 кГц и, как показал опыт, при исключении прямых температурных воздействий обеспечивает достаточную для практики стабильность частоты. Благодаря этому свойству, для нашего приемника подходит практически любой ЭМФ с частотой 500 кГц и полосой пропускания 2,1...3,1 кГц. Это может быть, скажем, ЭМФ-11Д-500-3,0В или ЭМФДП-500Н-3,1 или ФЭМ-036-500-2,75С, использованный автором, с буквенными индексами В, Н, С. Буквенный индекс указывает, какую боковую полосу относительно несущей выделяет данный фильтр — верхнюю (В) или нижнюю (Н), или же частота 500 кГц приходится на середину (С) полосы пропускания фильтра. В нашем приемнике это не имеет значения, поскольку при налаживании частоту второго гетеродина устанавливают на 300 Гц ниже полосы пропускания фильтра, и в любом случае будет выделяться верхняя боковая полоса. Требуемую частоту второго гетеродина для конкретного ЭМФ с полосой пропускания П (кГц) можно определить по простейшим формулам:

- для ЭМФ с верхней полосой $F=500$ кГц;
- со средней полосой $F(\text{кГц})=499,7 - П/2$;
- с нижней полосой $F(\text{кГц})=499,4 - П$.

Напряжение сигнала второго гетеродина частотой около 500 кГц (в авторском экземпляре 498,33 кГц) и величиной порядка 1,5...3 Вэфф поступает на второй затвор VT4 и в результате преобразования спектр однополосного сигнала переносится с ПЧ в область звуковых частот. Коэффициент преобразования (усиления) детектора примерно 4.

В текущей версии приемника возможно подключение второго выхода гетеродина с синтезатора частоты в качестве опорного гетеродина в приемнике. Это позволяет легко и быстро настроить частоту генерации второго гетеродина, и не собирать часть схемы с кварцевым резонатором. Частота на синтезаторе выставляется через меню (см. документацию к синтезатору).

Выделенный вторым смесителем на резисторе R10 сигнал звуковой частоты величиной порядка 30-40 мкВ проходит через трехзвенный ФНЧ с частотой среза примерно 3 кГц, образованный цепью C10,R7,C9,R6,C7. Очищенный от паразитных продуктов преобразования и остатков сигнала второго гетеродина сигнал поступает через разделительный конденсатор C8 на вход УЗЧ (вывод 3 DA2), сделанный на основе популярной LM386N. Для получения требуемой чувствительности и обеспечения эффективной работы АРУ, коэффициент усиления УЗЧ повышен до 500 благодаря включению цепи R4, C2 в цепи ООС. Нагрузка УЗЧ - регулятор громкости подключается через дополнительный однозвенный ФНЧ (R1,C1) с частотой среза примерно 3 кГц, дополнительно снижающий внеполосные шумы, что заметно повышает комфортность прослушивания эфира на современные широкополосные малогабаритные динамики или низкоомные телефоны, например компьютерные мультимедийные.

Усиленный УЗЧ сигнал детектируется диодами D1, D2 , и управляющее напряжение АРУ поступает в цепь затвора регулирующего VT1.

Как только величина регулирующего напряжение превысит пороговое (примерно 1 В), транзистор открывается и образованный им совместно с резистором R6 делитель напряжения за счет отличных пороговых свойств такого регулятора весьма эффективно стабилизирует выходной сигнал звуковой частоты на уровне примерно 0,65-0,7 Вэфф, что соответствует максимальной выходной мощности примерно 60 мВт, а на 16омном – 30 мВт и приемник будет достаточно экономичным. При такой мощности современные импортные динамики с высоких КПД способны озвучить трехкомнатную квартиру, а вот для некоторых отечественных динамиков может показаться маловато, тогда можно повысить в 2 раза порог АРУ, установив в качестве D1, D2 красные светодиоды, при этом питание УНЧ нужно будет поднять до 12 В.

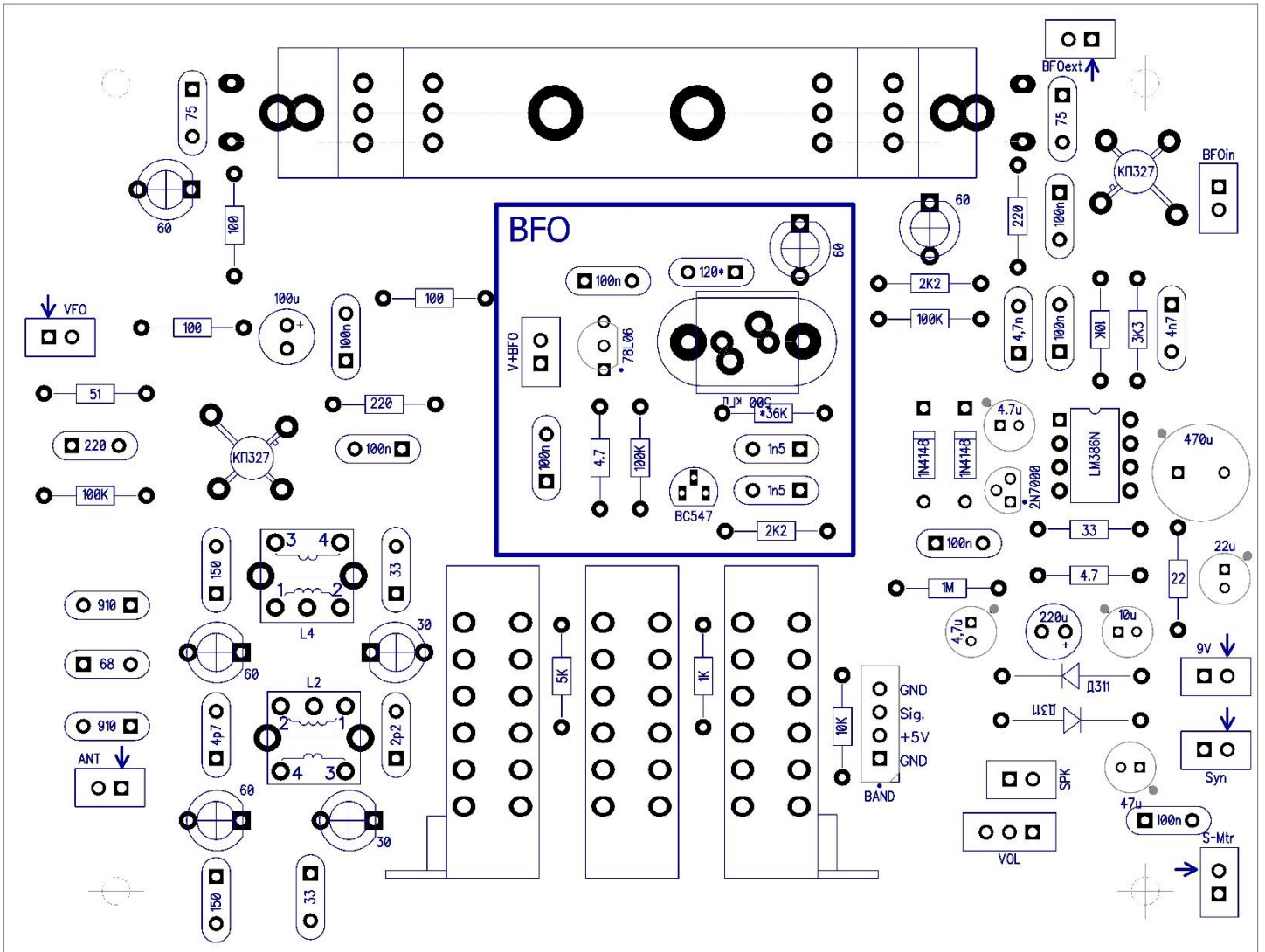
В режиме покоя или при работе на высокоомные головные телефоны приемник довольно экономичен - потребляет порядка 20 мА (без подсветки синтезатора). При максимальной громкости звучания подключенной к его выходу динамической головки сопротивлением 8 Ом потребляемый ток может достигать 45 мА.

Блок питания годится любой промышленного изготовления или самодельный, обеспечивающий стабилизированное напряжение +9...12 В при токе не менее 50 мА.

Для автономного питания удобно применять батарейки, размещенные в специальном контейнере или аккумуляторы. Например, аккумулятора на 8,4 В размером с "Крону" и емкостью 200 мА/час хватает более чем на 3 часа прослушивания эфира на динамик при средней громкости, а при применении высокоомных телефонов – более 10 часов.

Все детали приемника, кроме разъемов, переменных резисторов, смонтированы на плате из фольгированного стеклотекстолита размером 135x102 мм.

Монтажная схема основной платы приемника



На чертеже предусмотрено посадочное место под три наиболее распространенных конструктива ЭМФ (круглых и прямоугольных). В качестве переключателей диапазонов SA1, SA2 применены переключатели П2К с независимой фиксацией и четырьмя переключающими группами. Технологические перемычки J1, J2, подобные применяемым на компьютерных материнских платах и адаптерах.

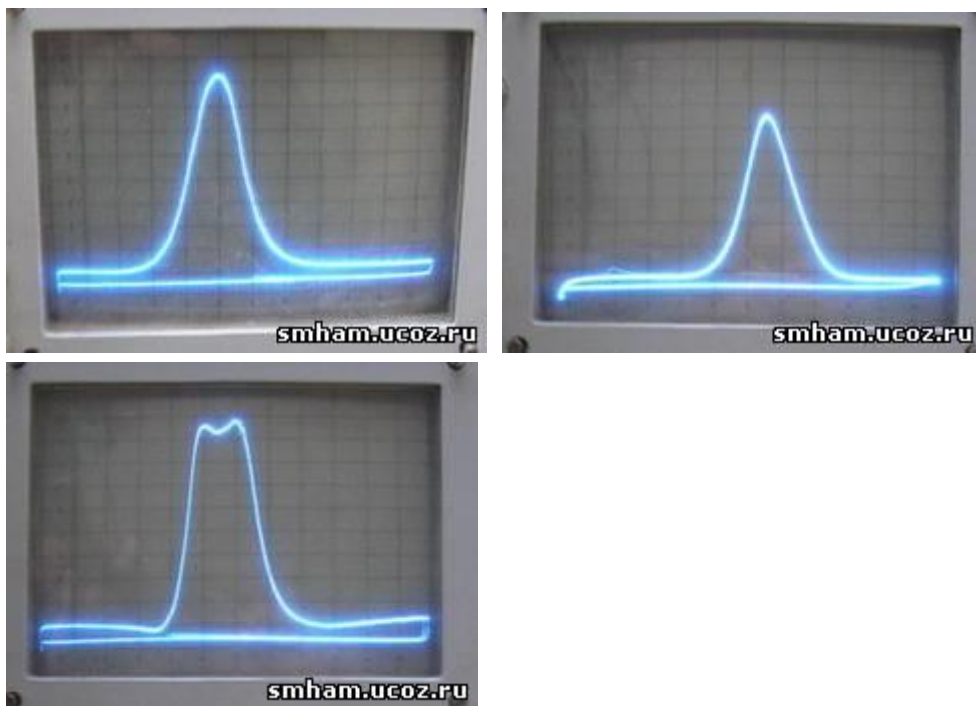
В качестве VT6 можно применить применимы любые кремниевые n-p-n транзисторы с коэффициентом передачи тока на менее 100, BC547- BC550, 2N3904, 2N2222 и т.п. Катушки приемника L1-L4 выполнены на малогабаритных каркасах 5мм. Катушки L2-L3 содержат по 15 витков провода ПЭЛ, ПЭВ диаметром 0,2 мм. Катушка связи L1 наматывается поверх нижней части катушки L2 и содержит 2 витка, а катушка связи L4 наматывается поверх нижней части катушки L3 и содержит 8 витков такого же провода.

При необходимости все катушки можно выполнить на любых других, доступных радиолюбителю каркасах, разумеется изменив число витков для получения требуемой индуктивности и, соответственно, подкорректировав чертеж печатной платы под новый конструктив. Катушки L2, L3 содержат по 9 витков провода ПЭЛ, ПЭВ диаметром 0,13-0,23 мм.

Настройку контуров ДПФ следует начинать с диапазона 80 м. Подключив к выходу приемника индикатор уровня выходного сигнала (милливольтметр переменного тока, осциллограф, а то и просто мультиметр в режиме измерения напряжения постоянного тока к выводам конденсатора С7)

устанавливаем частоту ГСС на середину диапазона, т.е., 3,65 МГц. Расчетная АЧХ ПДФ на этом диапазоне широкая «двугорбая», с провалом в середине диапазона примерно на 1 дБ. Чтобы правильно настроить этот ПДФ без ГКЧ, воспользуемся следующим приемом. Временно шунтируем катушку L3 резистором 150-220 Ом и настроившись приемником на сигнал ГСС вращением сердечника катушки L2 добьемся максимального уровня сигнала (максимальной громкости приема). По мере роста громкости следует при помощи плавного аттенюатора поддерживать уровень сигнала на выходе УНЧ примерно 0,3-0,5 В. Если при вращении сердечника после достижения максимума наблюдается снижение шумов, это свидетельствует, что входной контур у нас настроен правильно, возвращаем сердечник в положение максимума и можем приступать к следующему этапу. Если вращением сердечника (в обе стороны) не получается зафиксировать четкий максимум, т.е., сигнал продолжает расти, то наш контур неправильно настроен и понадобится подбор конденсатора. Так, если сигнал продолжает увеличиваться при полном выкручивании сердечника, емкость конденсаторов обоих контуров С40 и С42 надо немного уменьшить, как правило (если катушка выполнена правильно) достаточно поставить следующий ближайший номинал. И опять проверяем возможность настройки входного контура в резонанс. И наоборот, если сигнал продолжает уменьшаться при полном вкручивании сердечника, емкость конденсаторов обоих контуров С40 и С42 надо увеличить. После этого перенесем шунтирующий резистор на катушку L2 и вращением сердечника катушки L3 добьемся максимального уровня сигнала.

Вот теперь ПДФ диапазона 80 м настроен правильно. Больше катушки не трогаем и переходим на диапазон 20 м и 40 м. АЧХ ПДФ этих диапазонов узкие, одногорбые, поэтому они настраиваются просто по максимуму сигнала в средней части диапазона – частоты соответственно 14,175 и 7,1 МГц.



Сначала настраиваем ПДФ диапазона 20 м регулировкой триммеров С31,С29, а затем – 40 м, соответственно регулировкой триммеров С36,С34.

При достаточно большой антенне настройку ПДФ по приведенной выше методике можно сделать непосредственно по шумам (сигналам) эфира, памятуя, что лучшее прохождение, а значит, более сильные сигналы, на диапазонах 80 и 40 м будут в темное время суток, а на 20 м – в светлое.

