

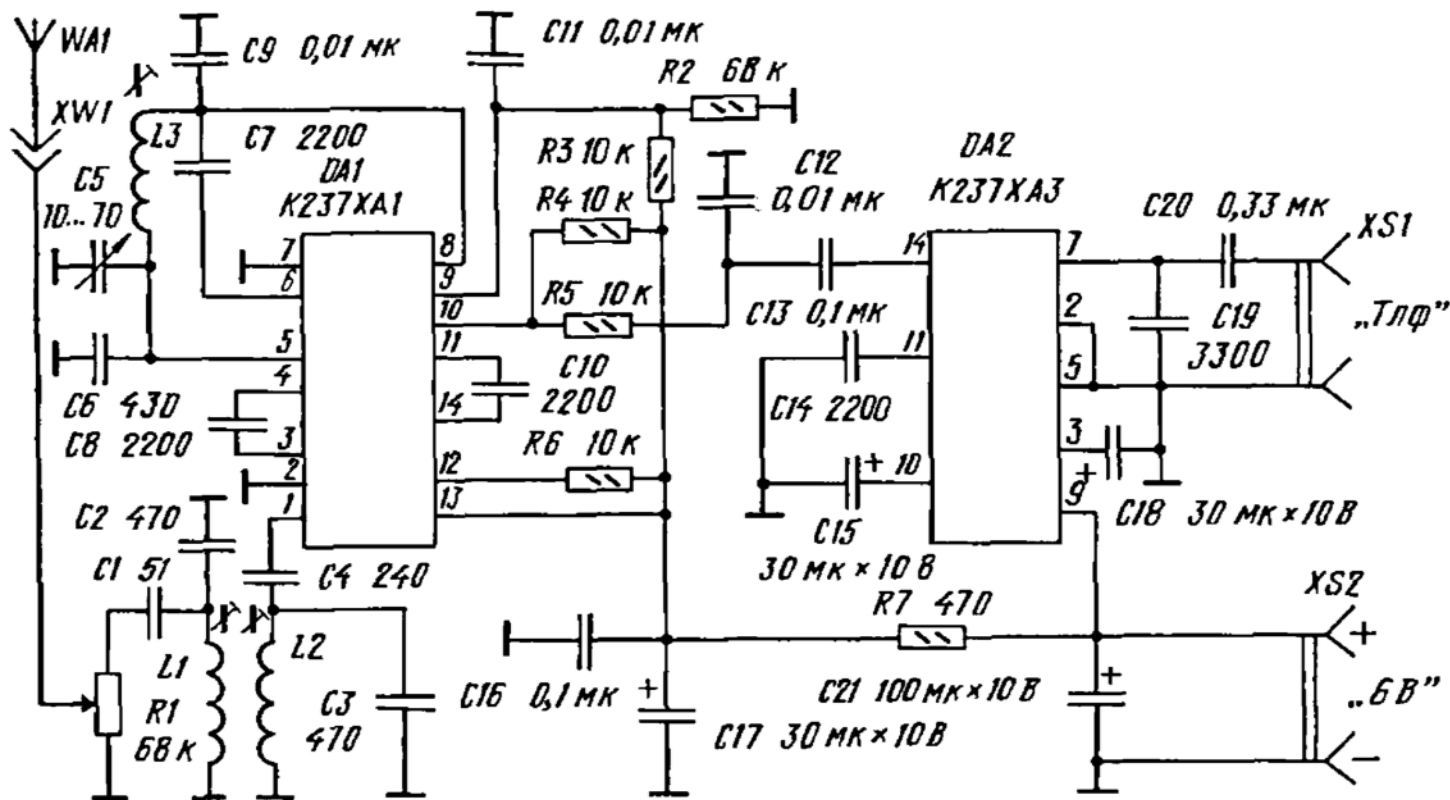
ГЕТЕРОДИННЫЙ ПРИЕМНИК НАЧИНАЮЩЕГО КОРОТКОВОЛНОВИКА

Путь в короткие волны начинается с постройки или приобретения приемника, позволяющего прослушивать работу любительских радиостанций. К сожалению, отечественная промышленность такие приемники не выпускает, а импортные - дороги, так что в большинстве случаев остается одно - собирать приемник самому.

Какую же схему выбрать? Супергетеродинные приемники довольно сложны, к тому же и настройка их при отсутствии опыта выливается в значительную проблему. Рекорд по простоте, легкости настройки, да, пожалуй, и по качеству работы держат гетеродинные, или, как их еще часто называют, приемники прямого преобразования. Они позволяют принимать сигналы телеграфных и однополосных (SSB) телефонных радиостанций, т. е. как раз тех, что и работают в радиолюбительском эфире на коротких волнах.

Для тех, кто не знаком с принципом действия, напомним, что гетеродинный приемник преобразует принимаемые сигналы радиочастоты (РЧ) сразу на звуковые частоты (ЗЧ), используя собственный гетеродин и смеситель. Далее сигнал ЗЧ фильтруется, усиливается и подводится к головным телефонам. При приеме телеграфных станций гетеродин настраивают на 0,5...1,5 кГц выше или ниже частоты сигнала, и в телефонах слышен тон - биения именно с этой, разностной частотой. При приеме однополосных телефонных станций гетеродин возможно точнее настраивают на частоту подавленной поднесущей. Биения между составляющими спектра однополосного сигнала и колебаниями гетеродина при этом дают демодулированный звуковой сигнал.

Есть у гетеродинных приемников и недостатки: их селективность, как односиг-



нальная, так и реальная, несколько хуже, чем у хороших супергетеродинных, использующих для фильтрации сигнала электромеханические или кварцевые фильтры. Кроме того, имеется зеркальный канал приема, расположенный рядом с основным симметрично относительно частоты гетеродина, через который могут проникать помехи. Однако эти недостатки в какой-то мере компенсируются простотой приемника.

Следующий вопрос: на какой элементной базе собирать приемник? Если на дискретных элементах, то при налаживании какое-то время придется потратить на подбор режимов транзисторов, да и деталей получится довольно много. Используя микросхемы, мы обходим эти трудности. Предлагаемый вниманию читателей приемник собран всего на двух микросхемах: K237XA1 (преобразователь частоты АМ тракта радиовещательного приемника) и K237XA3 (усилитель ЗЧ для магнитофонов). Как оказалось, усиления этих микросхем достаточно для получения чувствительности приемника около 1 мкВ. Диапазон принимаемых частот выбран, разумеется, тот, где работает большинство начинающих коротковолновиков, - 160 м. Выход приемника рассчитан на подключение чувствительных высокоомных телефонов (наушников) сопротивлением постоянному току 3,6...4,4 кОм. По питанию приемник получился достаточно экономичным: при напряжении 6 В он потребляет всего около 4 мА,

поэтому, не неся больших расходов, его вполне можно питать от батарей.

Обратимся теперь к принципиальной схеме приемника, изображенной на рисунке. Сигнал РЧ, принятый антенной WA1, через соединитель XW1 поступает на входной аттенюатор - переменный резистор R1 (он же - регулятор громкости), включенный несколько необычно (наоборот) - движком к антенне. Сделано это для того, чтобы меньше шунтировать входной контур и, следовательно, не снижать его селективности. А необходимость входного аттенюатора подтверждают сегодня все коротковолновики, без него зачастую невозможно избавиться от перекрестных помех, создаваемых мощными радиовещательными, служебными, а иногда и любительскими радиостанциями.

С той же целью (ослабления сигналов мощных внедиапазонных радиостанций) на входе приемника включен не одиночный колебательный контур, а двухконтурный полосовой фильтр L1C2L2C3. Потери полезного сигнала в нем не намного больше, чем в одиночном контуре, зато селективность значительно выше, даже при невысокой добротности контуров. Полоса пропускания двухконтурного фильтра примерно соответствует частотной полосе диапазона 160 м (1840...1940 кГц), т. е. 100 кГц.

С входного фильтра (преселектора) сигнал РЧ через разделительный конденсатор C4 подается на вход однострансис-

торного усилителя РЧ, входящего в состав микросхемы DA1 (вывод 1). Усиленный сигнал с его выхода (вывод 14) через конденсатор С10 поступает на балансный смеситель микросхемы (вывод 11), выполненный на паре дифференциально включенных транзисторов. База второго транзистора этой пары (вывод 9) "заземлена" по РЧ через конденсатор С11, а по постоянному току на нее подано напряжение с делителя, составленного из резисторов R2, R3. Кстати, при типовом включении микросхемы K237XA1 на базы транзисторов смесителя (вывод 9) подают напряжение питания, и их потенциал равен потенциалу коллекторов (выводы 10 и 12), которые через дифференциальный трансформатор промежуточной частоты (ПЧ) также подключают к источнику питания. В описываемом приемнике применены активные нагрузки - резисторы R4 и R6, на которых гасится часть напряжения питания, поэтому и пришлось установить делитель R2R3, чтобы напряжение на базах не превосходило коллекторное.

Гетеродин приемника собран на трех транзисторах, входящих в состав микросхемы вместе с необходимыми цепями смещения и связи со смесителем. Внешними элементами являются лишь контур гетеродина L3C5C6 и конденсаторы С7, С9. Конденсатор С8 уравнивает напряжение колебаний гетеродина на эмиттерах транзисторов смесителя.

По частоте гетеродин перестраивают конденсатором переменной емкости (КПЕ) С5. Поскольку относительное изменение частоты в диапазоне 1840...1940 кГц - всего около 5%, относительное изменение емкости должно быть примерно 10%. Это и учитывалось (с некоторым запасом) при выборе соотношения емкостей конденсаторов С5 и С6.

Итак, на выходе микросхемы DA1 формируется сигнал ЗЧ. Он снимается с коллекторной нагрузки одного плеча смесителя (вывод 10 DA1) и через простейший фильтр нижних частот (ФНЧ) R5C12 подается на вход усилителя ЗЧ, собранного на микросхеме DA2. По назначению - это усилитель записи для магнитофона с индикатором уровня сигнала. В нашем приемнике используются три транзистора из четырех: двухкаскадный усилитель и выходной эмиттерный повторитель. Каскад на четвертом транзисторе микросхемы, предназначенный для индикатора уровня, не используется, хотя, в принципе, на нем можно собрать

S-метр - индикатор уровня принимаемого сигнала (для этого понадобится чувствительный стрелочный прибор).

С выхода эмиттерного повторителя (вывод 7) усиленный сигнал ЗЧ через разделительный конденсатор С20 подается на головные телефоны. Конденсаторы С15 и С18 - блокировочные, С14 и С19 дополнительно фильтруют РЧ составляющие сигнала ЗЧ. В результате их совместного действия с ФНЧ R5C12 формируется амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) всего тракта ЗЧ, эквивалентная АЧХ ФНЧ третьего порядка с частотой среза около 3 кГц и крутизной спада 18 дБ на октаву (т. е. двукратное повышение частоты). Эта АЧХ и определяет селективность всего приемника по отношению к сигналам соседних по частоте станций. Такая селективность, конечно, невелика, но учитывая естественную "селективность" человеческого слуха (она заключается в уменьшении чувствительности с ростом частоты), вполне достаточна для простейшего приемника.

Цепь R7C16C17 развязывает микросхему по цепи питания, устраняя влияние усилителя ЗЧ на преобразователь частоты, а конденсатор большой емкости С21 повышает устойчивость работы приемника при питании от разряженных батарей, которые, как известно, обладают повышенным внутренним сопротивлением. Кстати, работоспособность приемника сохраняется без заметного ухудшения параметров в интервале питающих напряжений 5,5...7,5 В, но оптимальным следует считать 6 В (четыре обычных гальванических элемента).

Остановимся теперь на выборе деталей для приемника. Все три его катушки одинаковы: они намотаны на цилиндрических каркасах диаметром 7 мм и снабжены подстроечными - ферритовыми стержнями диаметром 2,8 и длиной 10 мм, впрессованными в резьбовые полистирольные втулки, ввинчиваемые в каркасы. Каждая катушка содержит 40 витков провода ПЭЛ 0,12, намотанного виток к витку. Концы провода закрепляют на каркасе каплями клея или лака.

Следующая важная проблема - выбор конденсатора настройки. Лучше всего применить подстроечный конденсатор с воздушным диэлектриком типа КПВ с максимальной емкостью 60 пФ (он должен содержать 8...10 роторных и столько же статорных пластин). Годятся и одинарные КПЕ, а также блоки КПЕ от портативных радиовещательных прием-

ников (в этом случае используют только одну секцию). Максимальная емкость этих КПЕ - от 180 до 510 пФ, т. е. чрезмерно велика для наших целей. Радиолюбители, имеющие опыт выполнения тонких механических работ, могут удалить часть пластин (через одну), понизив емкость КПЕ до необходимой.

Более простой путь - включить последовательно с КПЕ конденсатор постоянной емкости (припаивать его следует, разумеется, к выводу статора, а не ротора). Для КПЕ с максимальной емкостью 180 пФ понадобится конденсатор емкостью 120 пФ, а для КПЕ с максимальной емкостью 510 пФ - 82 пФ. Недостаток этого способа в том, что шкала приемника получается неравномерной: частотные отметки на высокочастотном конце диапазона располагаются гуще, чем на низкочастотном. Нужен ли верньер? Желателен, поскольку плотность настройки 200 кГц на оборот (для КПЕ без верньера) - велика для легкой настройки на частоту подавленной поднесущей SSB-станций. Верньер может быть любого типа, важно лишь, чтобы создаваемое им замедление было не более 10...15.

Конденсаторы, входящие в гетеродин приемника, желательно выбрать с хорошей стабильностью и небольшим температурным коэффициентом емкости (ТКЕ), например, групп П33, М47, М75, М750. Годятся трубчатые керамические, слюдяные опресованные, пленочные конденсаторы. Совершенно непригодны малогабаритные керамические конденсаторы с допуском отклонения емкости от номинала -20...+80% (они обычно окрашены в оранжевый цвет). То же относится и к контурным конденсаторам С2, С3. Остальные конденсаторы и все резисторы могут быть любого типа.

Эскиз печатной платы приемника не приводится, так как у желающих повторить его могут оказаться детали самых разных размеров. Разводку платы придется выполнить самостоятельно. Собственно, использовать "классическую" печатную плату и не обязательно - можно применить навесной монтаж на пластине из какого-либо фольгированного материала или даже на отрифтованной пластине луженой жести от консервной банки. Металлическую поверхность используют в качестве общего провода ("земли"). На нее устанавливают микросхемы выводами вверх и закрепляют короткими проводами, припаянными к подлежащим "заземлению" выводам микросхем

и плате. Затем припаивают блокировочные конденсаторы С9, С14, С15, С18, С19 между выводами микросхем и платой. Для монтажа остальных деталей можно установить несколько пластмассовых стоек с лепестками, или вырезать в фольге нужное число изолированных "пятачков".

Конструктивное оформление приемника может быть самым разным, даже в виде портативной конструкции на базе корпуса какого-либо пришедшего в негодность или устаревшего радиовещательного приемника. Возможна и "классическая" конструкция с дюралюминиевой передней панелью, на которой установлены КПЕ С5, регулятор громкости R1, гнездо антенны XW1 и розетка XS1 для подключения телефонов. Полезно предусмотреть и гнездо заземления, соединенное с общим проводом приемника. Монтажную плату устанавливают позади передней панели на стойках или угольниках.

Налаживание приемника несложно и сводится (после проверки правильности монтажа) к настройке контуров. Убедиться в работоспособности усилителя ЗЧ можно, прикоснувшись к точке соединения конденсаторов С12 и С13. В телефонах должен появиться сильный "рычащий" звук. Работу гетеродина проверяют с помощью осциллографа или высокочастотного вольтметра, подключив их вход параллельно конденсатору С9. Амплитуда колебаний в этой точке невелика - десятки, от силы - сотни милливольт, зато подключение приборов почти не сказывается на работе гетеродина. При отсутствии колебаний (редкий случай) подбирают конденсаторы С7 и С9.

Далее через конденсатор связи емкостью 20...50 пФ присоединяют антенну к контуру L2C3 (чтобы селективность ненастроенного входного фильтра не мешала приему). Вращая подстроечник катушки гетеродина L3, прослушивают работу любительских радиостанций и по их сигналам устанавливают диапазон принимаемых частот. Если есть генератор стандартных сигналов (ГСС), то его подключают аналогичным образом и градуируют шкалу приемника. Затем, присоединив антенну или ГСС к антенному соединителю XW1, настраивают входные контуры вращением подстроечников катушек L1 и L2 по максимальной громкости принимаемых сигналов. Катушки устанавливают рядом, расстояние между осями их каркасов должно быть около 15 мм. Сближение катушек расширяет по-

лосу пропускания входного фильтра, а удаление, наоборот, сужает ее при одновременном росте селективности. Настраивать приемник по сигналам радиостанций лучше в вечернее время, когда начинается прохождение в диапазоне 160 м.

Приемник хорошо работает даже с комнатной антенной - отрезком провода длиной несколько метров. Однако для приема дальних станций лучше установить наружную антенну - провод длиной около 40 м, протянутый к соседнему дереву или зданию. Заземление, как правило, заметно улучшает прием.

При питании от сети может прослушиваться фон переменного тока. Если он не связан с недостаточной фильтрацией питающего напряжения, следует подключить заземление и зашунтировать каждый диод выпрямителя конденсатором емкостью несколько тысяч пикофарад.

Владимир Поляков (RA3AAE)

г. Москва