

ПРОСТОЙ СУПЕРГЕТЕРОДИН НА ПЯТИ ТРАНЗИСТОРАХ

На рис. 1. приведена принципиальная схема супергетеродинного приемника, предназначенного для приема радиостанций, работающих в диапазоне средних волн (520—1600 кГц). Чувствительность его — не хуже 8—12 мВ/м, выходная мощность — около 80 мВт. Питается приемник от батареи «Крона» или аккумулятора 7Д-0,1. Потребляемый ток от источника питания в режиме молчания не превышает 8—9 мА. Предусмотрена возможность работы как на внутреннюю магнитную антенну, так и на наружную. Промежуточная частота — 465 кГц. Изготовление такого приемника рекомендуется радиолюбителям, освоившим постройку и налаживание приемников прямого усиления.

Работает приемник следующим образом. Сигнал принимаемой радиостанции возбуждает в контуре магнитной антенны (во входном контуре *L1C1C2*) высокочастотные колебания. Ток в контуре и напряжение на его элементах будут максимальными тогда, когда его собственная частота станет совпадать с частотой принимаемой радиостанции. Настройка контура магнитной антенны на принимаемую радиостанцию производится переменным конденсатором *C2*, входящим в блок переменных конденсаторов *C2, C10*, емкость которых изменяется одновременно.

Напряжение сигнала с входного контура через катушку связи *L2* поступает на вход преобразователя частоты. Преобразователь частоты на транзисторе *T1* собран по схеме с смещенным гетеродином (функции смесителя и гетеродина выполняет один транзистор). Гетеродиновая часть преобразователя частоты выполнена по схеме с общим коллектором. Частота колебаний гетеродина определяется контуром *L5C9C10C8*. Изменение частоты гетеродина при приеме различных радиостанций производится переменным конденсатором *C10*. Необходимая положительная обратная связь, при которой в контуре гетеродина возникают незатухающие колебания, обеспечивается соответствующим присоединением выводов катушки индуктивности *L5* к электродам транзистора.

Для нормальной работы супергетеродинного приемника элементы входного контура и гетеродина подобраны таким образом, что при любом положении подвижных пластин блока конденсатора *C2, C10* частота настройки контура гетеродина оказывается выше частоты настройки входного контура на величину, равную промежуточной частоте или близкую к ней (465 ± 4 кГц).

Смесительная часть преобразователя выполнена по схеме с общим эмиттером. Напряжения с частотами сигнала (с катушки *L2*) и гетеродина (с части катушки *L5*) подаются на базу транзистора *T1*. В результате преобразования в коллекторной цепи транзистора *T1* на первом контуре *L3C4* фильтра промежуточной частоты (ФПЧ) выделяется напряжение с частотой, равной промежуточной. ФПЧ образован контурами *L3C4, L4C6* и емкостью связи *C5*. Основное назначение ФПЧ состоит в повышении избирательности приемника по соседнему каналу. С целью повышения избирательных свойств ФПЧ применено автотрансформаторное включение его в цепи коллектора транзистора *T1* и базы транзистора *T2*.

Второй каскад представляет собой аperiodический усилитель сигналов промежуточной частоты. Выполнен он на транзисторе *T2*, включенном по схеме с общим эмиттером. Усиленный сигнал выделяется на резисторе *R5* и через конденсатор *C12* подается на детектор. Подобный каскад повышает лишь величину подаваемого на детектор напряжения и не обладает избирательными свойствами.

Детектор собран на диодах *D1, D2* по схеме удвоения напряжения. В результате детектирования на нагрузке детектора — переменном резисторе *R9*, выполняющем также функции регулятора громкости, — выделяется напряжение низкой частоты.

Напряжение низкой частоты с движка переменного резистора *R9* через разделительный конденсатор *C16* подается на вход предварительного каскада усиления низкой частоты, который выполнен по трансформаторной схеме на транзисторе *T3*. Его нагрузкой является первичная обмотка трансформатора *Tr1*. Трансформатор *Tr1* принято называть согласующим, так как он согласует низкое входное сопротивление выходного каскада со сравнительно большим выходным сопротивлением предварительного каскада. Предварительный каскад усиления является одновременно и фазоинверсным, так как на вторичной обмотке трансформатора *Tr1* имеются два разные по величине, но противоположные по фазе переменные напряжения, необходимые для нормальной работы двухтактного выходного каскада.

Выходной каскад собран по трансформаторной схеме на транзисторах *T4, T5*. Он работает в режиме, близком к классу «В». В чистом виде режим класса «В» почти никогда не применяется из-за характерных переходных искажений. Переходные искажения можно уменьшить, если установить в цепи коллектора каждого из транзисторов *T4, T5* ток, равный 1,5—2 мА. Это достигается с помощью делителя напряжения, образованного резисторами *R13, R14*. С него необходимое смещение подается на базы транзисторов *T4, T5*.

Напряжение питания к коллекторам транзисторов выходного каскада подается через первичную обмотку трансформатора *Tr2*. Средняя точка этого трансформатора, называемого выходным, соединена с минусом источника питания. Вторичная обмотка трансформатора *Tr2* нагружена на динамическую головку прямого излучения с сопротивлением звуковой катушки 6,5 Ом.

Несколько слов о назначении отдельных элементов и цепей. Резисторы *R1—R4, R6, R7* и *R10—R12* служат для стабилизации режимов работы транзисторов *T1—T3*.

Конденсаторы *C13, C14, C18* — блокировочные. Цепочка *R8C15* выполняет функции развязывающего фильтра. Конденсатор *C19* — также блокировочный. Он устраняет возможность самовозбуждения приемника из-за связи между каскадами через внутреннее сопротивление источника питания. Конденсаторы *C17, C20*, шунтирующие первичные обмотки трансформаторов *Tr1, Tr2*, повышают устойчивость работы усилителя низкой частоты и уменьшают искажения в области высших частот.

В приемнике применены следующие детали: постоянные резисторы УЛМ-0,125; переменный резистор СП3-36; блок конденсаторов переменной емкости с максимальной емкостью 240 пФ (заводской); подстроечные конденсаторы КПК-М; электролитические конденсаторы К50-6; постоянные конденсаторы КДС, КТК, КЛС; транзисторы П422, П423, ГТЗ09 или П403 (*T1, T2*), МП39—МП42 (*T3—T5*) с коэффициентом усиления $B_{\text{ср}}$ не менее 60. В выходном каскаде транзисторы *T4, T5* должны иметь идентичные параметры.

Катушки индуктивности *L1, L2* наматываются на стержне из феррита марки 400НН с размерами $125 \times 16 \times 4$ мм, предварительно обернутом двумя слоями плотной бумаги. Катушка *L1* содержит 64 витка провода ЛЭШО $10 \times 0,07$. Намотка — виток к витку. Катушка *L2* содержит 5 витков провода ПЭЛ 0,16 и располагается рядом с катушкой *L1*.

Катушки *L3—L5* намотаны на стандартных трехсекционных каркасах, каждый из которых помещен в чашке из феррита 600НН диаметром 8,6 мм. Чашки имеют подстроечный сердечник. Витки катушек равномерно распределяются по трем секциям. Катушка *L3* содержит 33×3 витка с отводом от 45-го витка; *L4* — 33×3 витка с отводом от 10-го витка; *L5* — 31×3 витка с отводами от 4 и 7-го витков. Все катушки наматываются проводом ЛЭ 5 \times 0,06. В катушке *L3* отвод отсчитывается от верхнего (по схеме) вывода, а в катушках *L4, L5* отводы отсчитываются от выводов, соединенных с общим проводом. Катушки *L3—L5* помещены в экраны.

Трансформаторы *Tr1, Tr2* — заводские, от приемников «Селга», «Сокол» и им подобных.

Один из вариантов расположения деталей на монтажной плате, выполненной из стеклотекстолита или гетинакса толщиной 1,5 мм, приведен на рис. 2. При расположении платы в корпусе от приемника «Селга» ее размеры составляют 125×80 мм.

Окончив сборку приемника и проверив монтаж, устраняют выявленные ошибки и измеряют напряжения на отдельных электродах транзисторов. Измеренные значения напряжений, а также токов в цепи коллекторов транзисторов *T3—T5* могут отличаться от значений, указанных на схеме, до 15—20%.

Проверка каскадов низкой частоты производится по общепринятой методике. Более подробно остановимся на налаживании высокочастотной части приемника без использования сигнал-генератора. Ее начинают с проверки работоспособности гетеродина. Если он работает нормально, то замыкание выводов катушки *L5* вызовет уменьшение напряжения на резисторе *R3* примерно на 0,2 В. В неработающем гетеродине этих изменений не будет. В этом случае надо проверить, правильно ли включены выводы катушки *L5* и нет ли в ней обрыва.

Работоспособность усилителя ПЧ и приемника в целом проверяют по сигналам местных радиостанций. Для этого катушку *L1* магнитной антенны на ферритовом стержне, а также сердечники катушек *L3—L5* устанавливают в среднее положение и вращением ручки настройки (блока *C2, C10*) добиваются приема хотя бы одной радиостанции. Эту работу лучше проводить в вечернее время, когда условия распространения волн СВ диапазона значительно улучшаются и увеличивается число радиостанций, работающих в эфире.

Если приема не будет, изменяют положение сердечника катушки *L5* и вновь повторяют настройку. Приняв сигнал радиостанции, поочередным вращением сердечников катушек *L3, L4* добиваются наибольшей громкости на выходе приемника. Настройку ФПЧ, переходят к установке границ диапазона и сопряжению настроек входного и гетеродиновых контуров. С этой целью ручку настройки устанавливают в положение, при котором подвижные пластины блока *C2, C10* входят в неподвижные примерно на 80% своей площади. Затем, медленно вращая сердечник катушки *L5*, добиваются приема одной из радиостанций, работающей на частоте порядка 600 кГц. Приняв сигнал, перемещением катушки *L1* вдоль ферритового стержня магнитной антенны добиваются наибольшей громкости.

После этого нужно повернуть ручку настройки на угол, при котором подвижные пластины входят в неподвижные на 15% своей площади, и медленным вращением ротора подстроечного конденсатора *C9* настраивают приемник на радиостанцию, работающую на частоте порядка 1300 кГц. Подстройку входного контура в этом случае производят конденсатором *C1*.

Если будет замечено понижение чувствительности приемника в середине диапазона, то нужно в этой части диапазона подстроить по наибольшей громкости катушки *L5* и *L1* и вновь повторить сопряжение настроек на концах диапазона.

Следует отметить, что более качественно и быстро настроить приемник супергетеродинного типа можно только с помощью измерительной аппаратуры: сигнал-генератора, звукового генератора, милливольтметра.

В заключение отметим, что улучшить параметры такого приемника можно путем замены аperiodического каскада усиления на резонансный (рис. 3). В качестве катушек *L6, L7* пригоден готовый фильтр ПЧ от последнего каскада УПЧ приемников «Селга», «Орбита-2» и им подобных. Такие фильтры имеются в продаже.

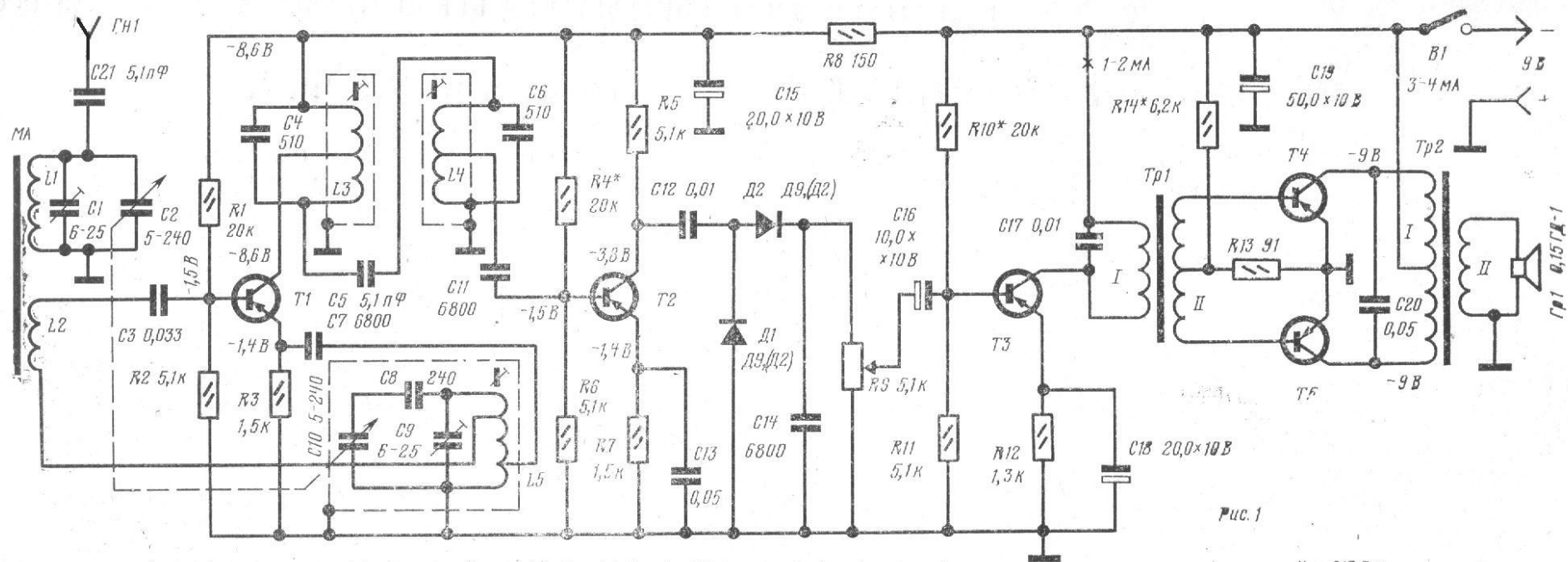


Рис. 1

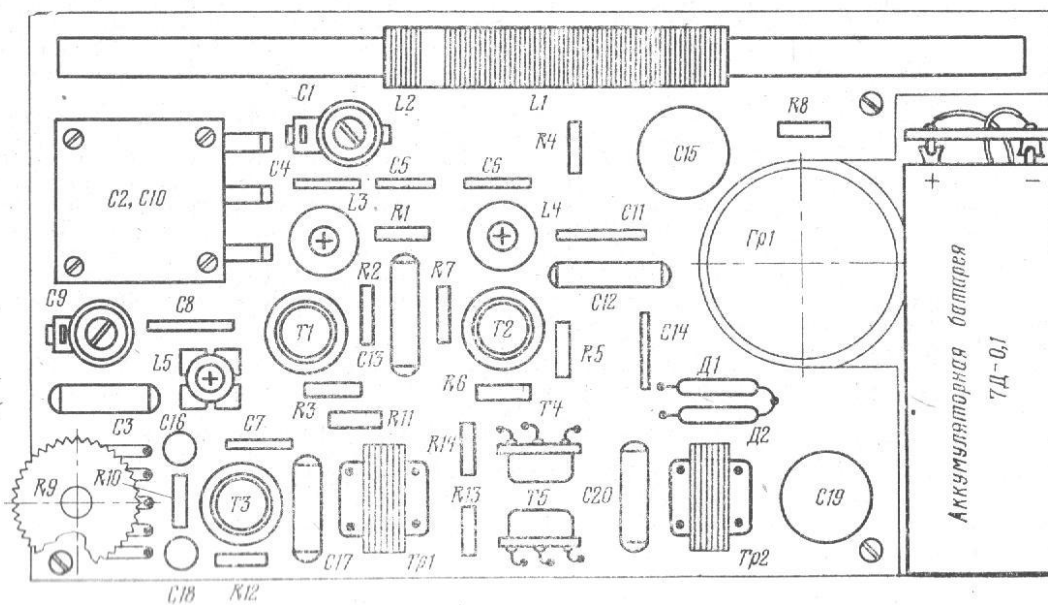


Рис. 2

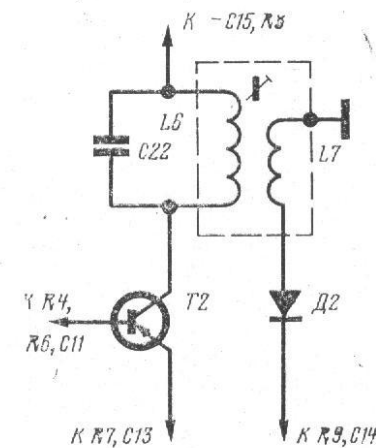


Рис. 3