

Александр Гуляевский
г. Новосибирск

Описываемый в статье приемник предназначен для начинающих, и не только, радиолюбителей, проживающих на территории с УКВ ЧМ вещанием.

УКВ детекторный радиоприемник с частотным детектором на полевом транзисторе

Схема

Приемник (рис. 1) предназначен для прослушивания вещательных УКВ ЧМ радиостанций. Отличается простотой сборки и отсутствием редких компонентов, а также не очень высокой чувствительностью – автор прослушивал радиопередачу на относительно небольшом удалении от радицентра, хотя и при отсутствии прямой видимости.

Радиоприемник не содержит элементов питания, как классический детекторный он питается энергией радиоволны.

Приемник состоит из: ВЧ трансформатора Т1, у которого первая обмотка и дипольные антенны WA1 и WA2 составляют колебательный контур; далее следует вторая обмотка ВЧ трансформатора Т1, она служит для снижения нагрузки на колебательный контур и, при необходимости, изменения коэффициента трансформации, а также защиты полевого транзистора от статического электричества; потом

следует ЧМ детектор, подробно описанный в [1] и [2]; ВЧ фильтра С2, С3 и L2, L3 и высокоомных наушников. Резистор R1, помимо работы в детекторе, служит для корректной работы высокоомных пьезокерамических наушников.

Принцип работы

На колебательном контуре, состоящем из дипольной антенны и первой обмотки ВЧ трансформатора Т1, выделяется ВЧ сигнал, трансформатор передает колебания на исток транзистора. Далее, согласно [1] и [2], фаза поворачивается на неполные 90 градусов и детектируется, далее через ВЧ фильтр уже НЧ сигнал идет на наушник. ВЧ фильтр нужен для корректной работы дипольной антенны, чтобы вся система приемника не превращалась в произвольный “триполь”.

Конструкция, детали

Все детали в приемнике применены достаточно легкодоступные,

транзисторы КП305Д еще в достатке в магазинах, пьезокерамический наушник несложно делается из пьезокерамического излучателя (сейчас доступны пьезокерамические излучатели с НЧ диапазоном 500...8000 Гц, что достаточно для нехитрого радиоприема). Выбор транзистора можно расширить, об этом написано в [3]. Цоколевка транзистора КП305 дана справочно на рис. 2 и рис. 3. Так же интересны эксперименты на импортных полевых транзисторах производства Panasonic: 3DQ (3SK143-Q); 3DP (3SK-143-P); 3EQ (3SK144-Q) и производства NEC: 3SK87, хотя их непросто приобрести. Указанные импортные полевые транзисторы двухзатворные, в приведенной в данной статье схеме их следует подключать обоими затворами на общий контакт.

Сборка 1 (рис. 4): эту часть деталей удобно и компактно можно собрать на макетной плате под пайку. При этом крайне желательно транзистор VT1 и контур L1C1

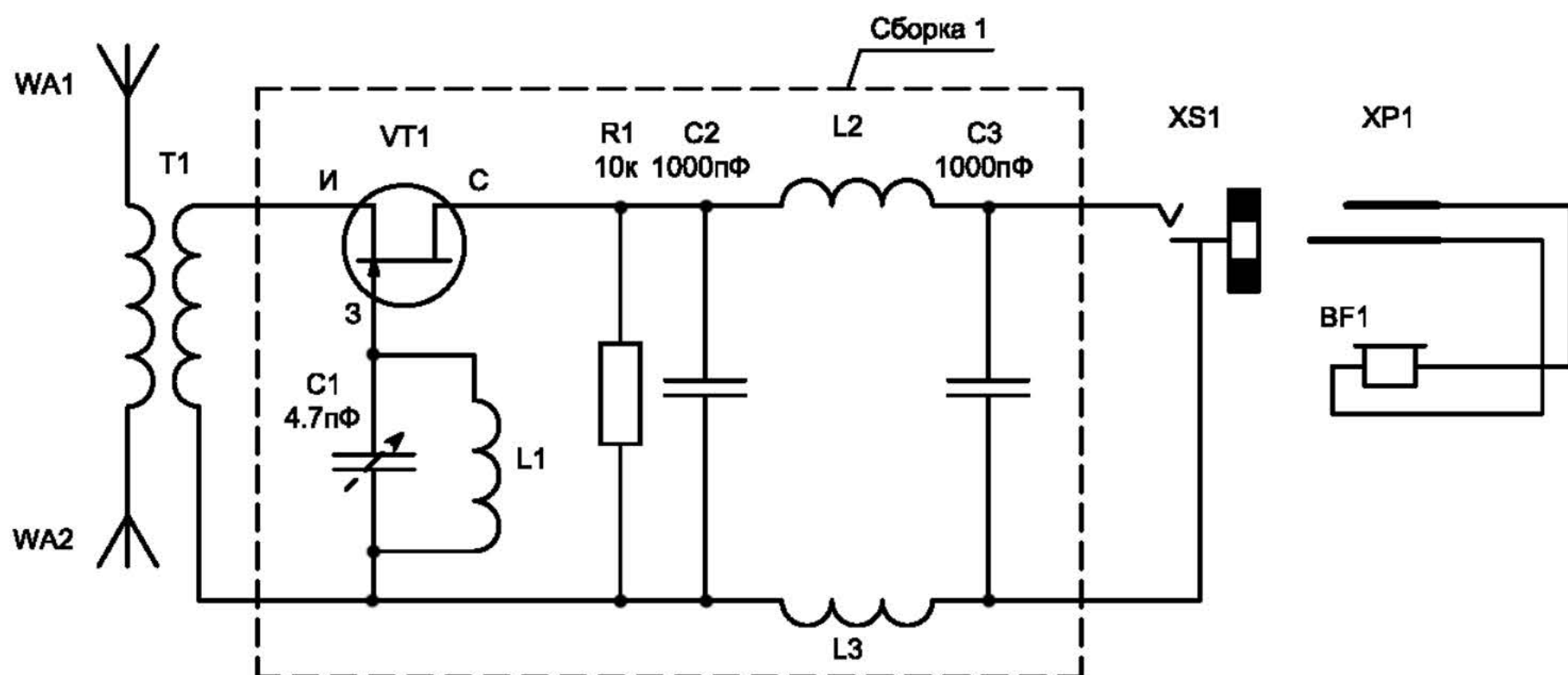


Рис. 1. Принципиальная схема 1

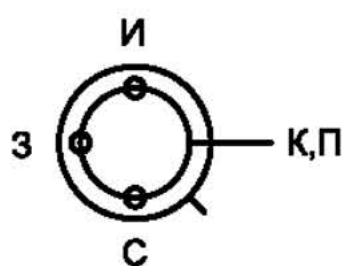


Рис. 2. Вид транзистора КП305 снизу

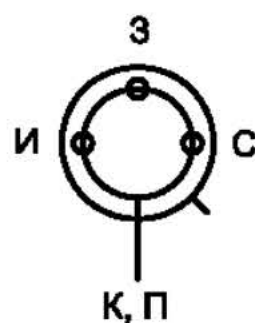


Рис. 3. Вид транзистора КП305 сверху

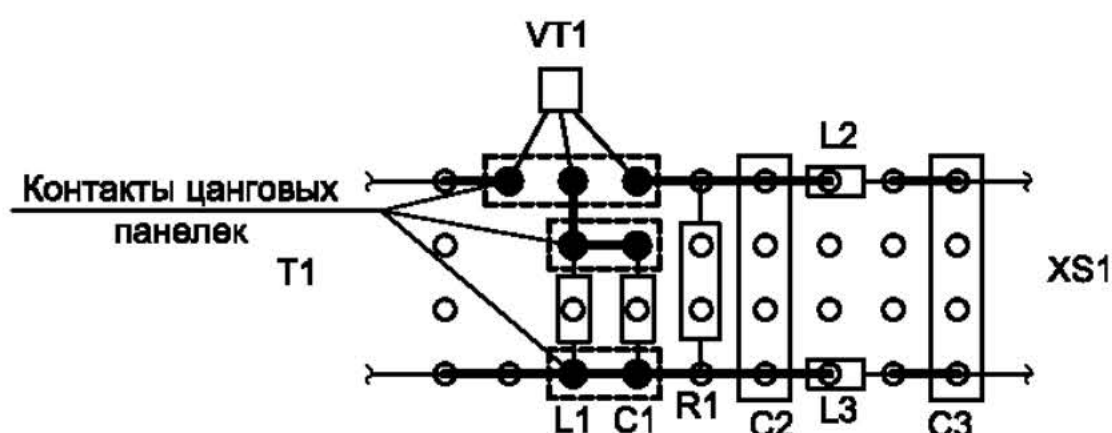


Рис. 4. Монтажная схема сборки 1 (шаг отверстий 2,54 мм)

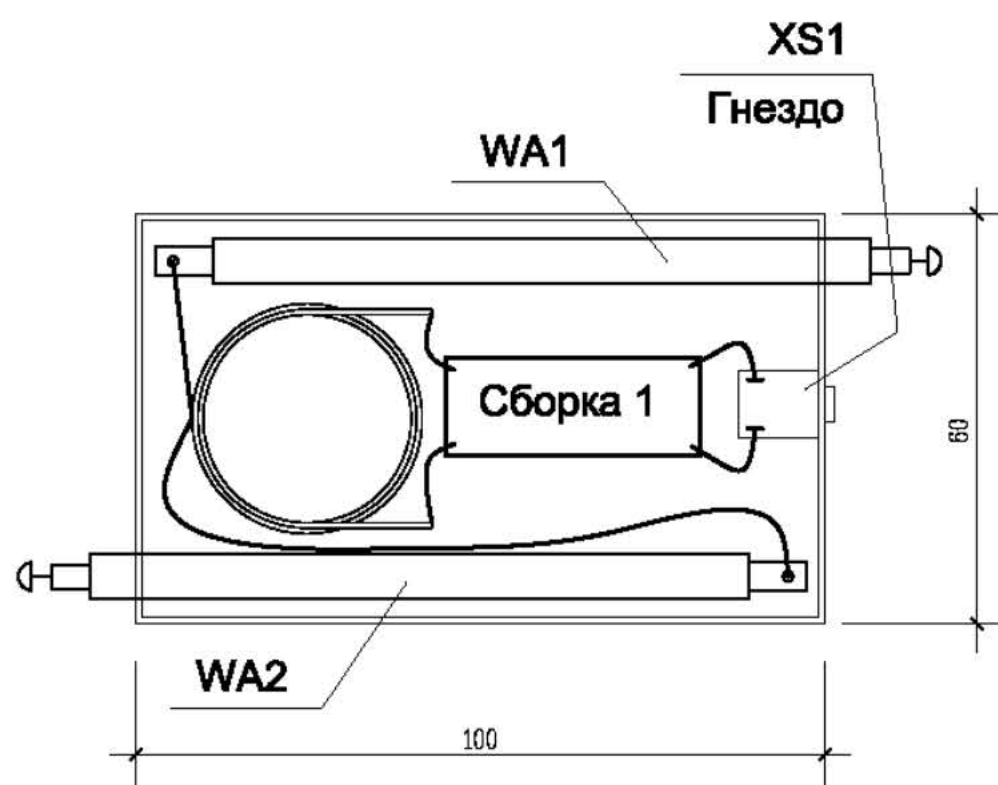


Рис. 5. Монтажная схема

крепить на цанговые панельки. Транзистор так крепится потому, что у полевых транзисторов большая уязвимость к статическому напряжению, а контур – для возможности подбора и замены при настройке.

Общая монтажная схема приведена на рис. 5.

Вся конструкция помещается в корпус габаритами 100x60x22 мм, что делает ее карманной.

Настройка

Конструкция не требует налаживания, правильно собранная схема включается сразу после подключения наушников. При отсутствии УКВ сигналов – отсутствие в наушниках сигнала – это нормально, возможно, у кого-то есть мало-мощный собственный передатчик, сейчас такие бывают на телефонах.

Настройка приемника производится изменением длин антенн и перемещением в пространстве, в т.ч. поворотом от вертикали, а также подстройкой контура L1C1, если применены переменные элементы схемы.

В контур C1L1 можно поставить переменную емкость и/или переменную индуктивность, но лучше рассмотреть перспективную конструкцию, указанную ниже.

В развитие темы представлена принципиальная схема на рис. 6, где предлагается усложнить схему добавлением трехсекционного КПЕ

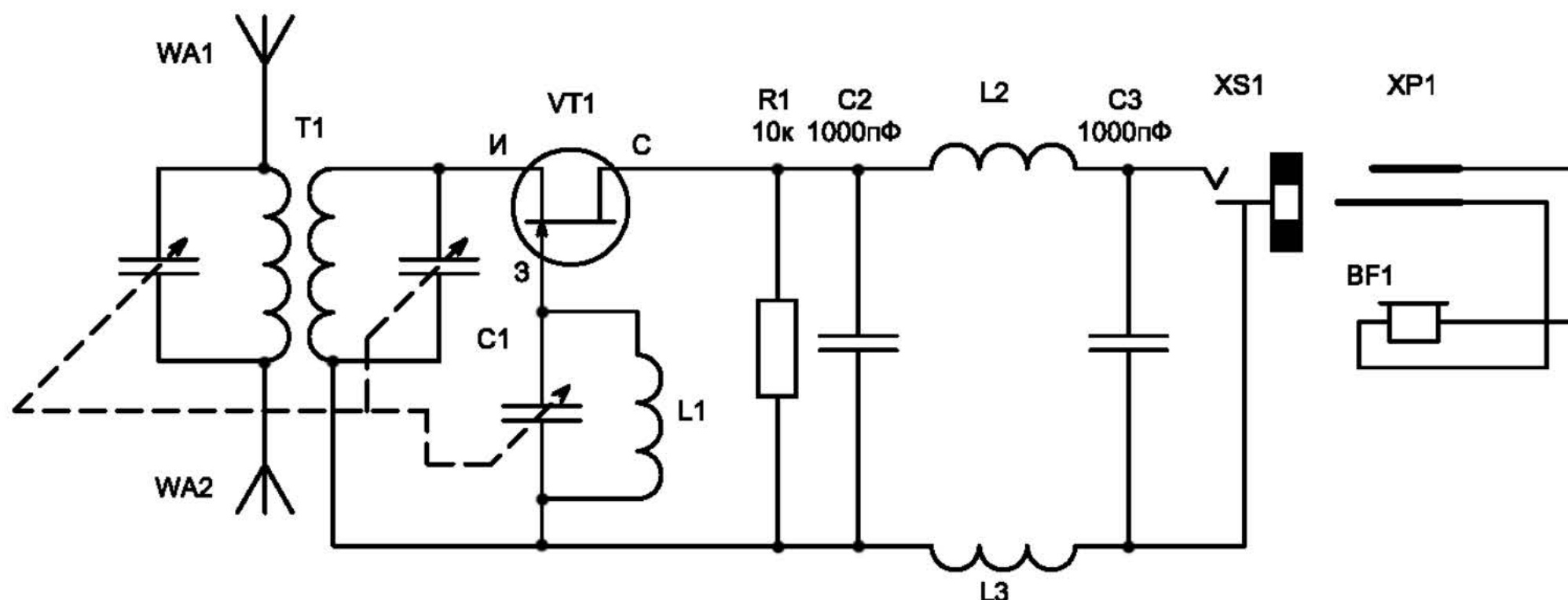


Рис. 6. Принципиальная схема 2

(конденсатор переменной емкости), что потребует настроить все три контура на одну частоту. Это уже задача не для начинающих, да и КПЕ такого применения (конструкции) найти само по себе сложно. К тому же, экспериментально проверено – КПЕ в схемах детекторного радиоприема снижает чувствительность.

Описание деталей

WA1 и WA2 – телескопические антенны, с длиной 150...1000 мм. Антенны следует выбирать так, чтобы суммарная длина телескопических антенн была больше 0,75 метра (1/4 длины волны), а лучше – каждая антенна не менее 1/4 волны.

T1 – ВЧ трансформатор с отношением 3,5:3,5, диаметр временной оправки для намотки – 2,5...3 см.

Желательно взять обмотку из проволоки толщиной 2 мм, лучше посеребреную. Не изолированную посеребреную проволоку следует поместить в пластиковую трубку, например, от капельницы.

VT1 – полевой ВЧ транзистор с каналом n-проводимости КП305Д, подробней о выборе в [3]. Четвертый вывод (корпус, подложка) никуда автор не подключал.

L1, C1: вариант 1 – умеренно добротный резонансный контур на 100 МГц (частота для примера), индуктивность из луженой медной проволоки толщиной 0,5 мм, 6...7 витков на временной оправке 4 мм, конденсатор постоянной емкости керамический 4,7 пФ (если есть возможность, конденсатор стоит выбрать согласно указаниям к C2, C3); вариант 2 – автор пробовал ставить подстроечный конденсатор типа КТ4-23, с диапазоном 2...7 пФ

(с ним можно проще настраиваться на интересующий диапазон), изменять проволоку в L1 на посеребреную, что дало лучшие чувствительность и избирательность. В этом варианте цанговые панельки актуальны только для полевого транзистора.

R1 – постоянный резистор на 10...20 кОм.

C2, C3 – конденсаторы постоянной емкости 570...1500 пФ, желательно керамические, керамические высоковольтные, слюдяно-серебряные или другие с низкими токами утечки (саморазряда).

L2, L3 – радиочастотные дроссели, порядка 100...500 мкГн.

XS1 – стерео разъем звуковой 3,5 мм, распаянный под моно подключение наушников.

XP1 и BF1 – высокоомные наушники (автор экспериментировал только с пьезокерамическими).

Литература

1. Б.И. Горошков. Элементы радио-электронных устройств. Справочник. - Москва, "Радио и связь", 1988, стр. 94, МРБ, Выпуск 1125.
2. В.Т. Поляков. ЧМ детектор на полевом транзисторе. - Радио, 1978, №6, стр. 35.
3. В.Т. Поляков. Эксперименты с синхронным детектированием. - Радио, 2001, №4, стр. 20.

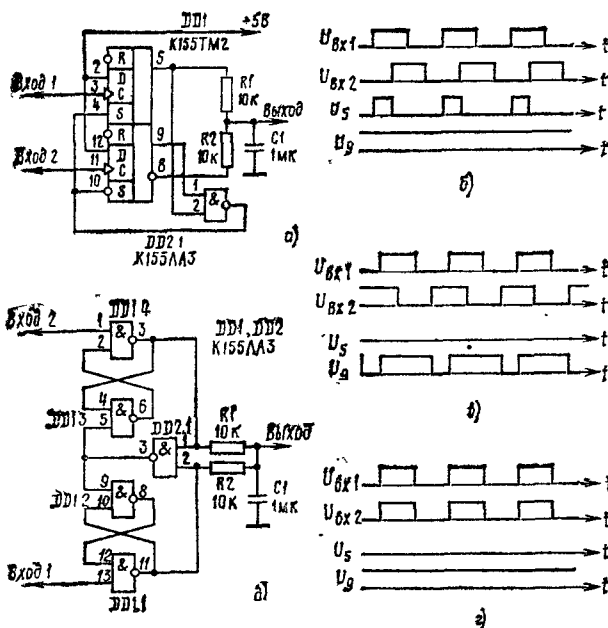


Рис. 6.4

Фазовый детектор на дифференциальном усилителе (рис. 6.5). Он состоит из балансного смесителя ДА1, дифференциального усилителя сигнала на ОУ ДА2 и

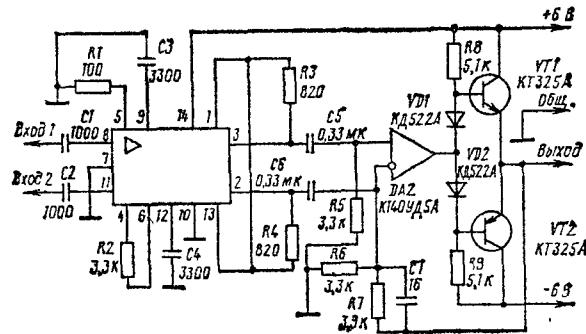


Рис. 6.5

эмиттерного повторителя на транзисторах VT1 и VT2. На вход 1 подают исследуемый сигнал, а на вход 2 — образцовый. Выходной сигнал балансного смесителя, снимаемый с выводов 2 и 3 микросхемы ДА1, поступает на вход ОУ. В балансном смесителе в зависимости от соотношения фаз исследуемого и образцового сигналов будет разбаланс по амплитуде выходных сигналов. Этот разбаланс выделяет ДА2. При совпадении фаз на выходе ОУ ДА2 напряжение отсутствует. Лишь отдельные импульсы проходят на выход 1. Сигнал ОС интегрируется цепью R7, C7.

Частота входных сигналов детектора составляет 1...90 МГц; максимальная амплитуда 150...250 мВ; полоса пропускания более 4 МГц; максимальная амплитуда выходного сигнала 1,2 В.

Детекторы ЧМ напряжения на полевых транзисторах (рис. 6.6). Полевые транзисторы целесообразно использовать в ЧМ детекторе, если напряжение входного сигнала не превышает 0,5 В.

На рис. 6.6, а показана схема детектора сигнала с центральной частотой 6,8 МГц, выделяемого контуром

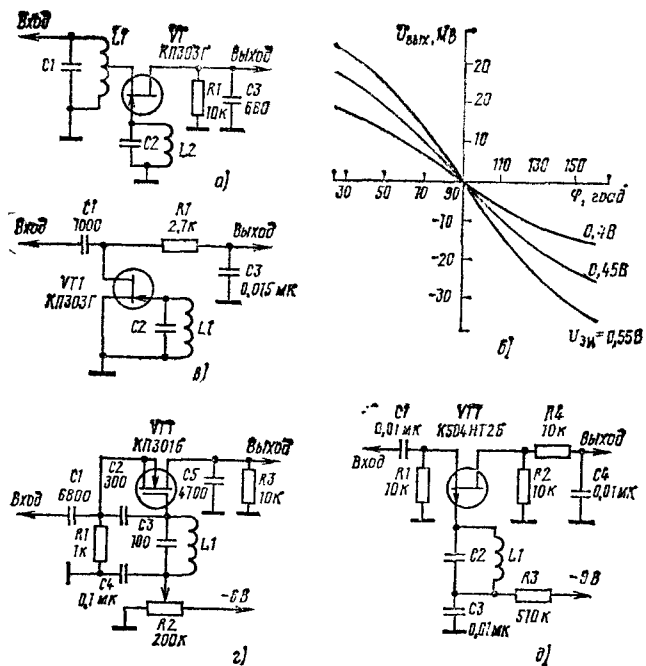


Рис. 6.6

С1L1. Коэффициент включения контура 0,2...0,3. В цепи затвора транзистора включен контур С2L2, настроенный на ту же частоту; поскольку контур не нагружен, его добротность весьма высока. Через паразитную емкость сток-затвор полевого транзистора в этом контуре возникают колебания, которые будут сдвинуты по фазе на 90° по отношению к входному сигналу. Напряжение на контуре С2L2 будет управлять проводимостью транзистора. Когда входной сигнал не модулирован, транзистор закрыт и напряжение на выходе отсутствует. С изменением частоты входного сигнала в ту или другую сторону фазовый сдвиг между сигналами не будет равен 90° и на выходе возникнет напряжение — будет выделяться модулирующий сигнал.

Амплитудно-частотная характеристика контура С2L2 при изменении частоты входного сигнала показана на рис. 6.6, б. Расстояние $2\Delta f = f_0/Q$ (f_0 — центральная частота; Q — добротность контура). От добротности контура зависит крутизна АЧХ. Крутизна уменьшится, если параллельно контуру включить резистор.

На рис. 6.6, в показана схема детектора, принципиально ничем не отличающаяся от предыдущей, за исключением того, что коэффициент передачи этого детектора несколько меньше из-за последовательного включения нагрузочного резистора R1. Если детектор работает на низкой центральной частоте и емкости сток-затвор не хватает для возникновения стабильных колебаний в контуре, то можно включить дополнительный конденсатор, как показано на рис. 6.6, г. Переменным резистором R2 можно уменьшить порог открывания полевого транзистора.

Другая схема детектора, работающего на центральной частоте 465 кГц, показана на рис. 6.6, д.

Детектор ЧМ сигналов (рис. 6.7, а). Он предназначен для работы на частоте 10,7 МГц. Управляющим элементом в детекторе служит полевой транзистор VT1. Через конденсатор C1 входное напряжение поступает к стоку транзистора VT1, а через конденсатор C2 — на фазосдвигающий контур L1VD2VD3. Сдвинутое по фазе напряжение с контура поступает на затвор транзистора VT1 и изменяет его проводимость. Проектированный сигнал после фильтрации элементами R1, C3