# Содержание

Основные требования к приемнику по ГОСТу 5651 – 89

Введение

1. Выбор и обоснование структурной схемы приемника

* 1. Расчет полосы пропускания
  2. Расчет чувствительности
  3. Разбивка на диапазоны и выбор элементов настройки
  4. Выбор средств обеспечения избирательности по соседнему и зеркальному каналам
  5. Выбор активных элементов и распределение усиления
  6. Выбор и обоснование структурной схемы приемника

2. Расчет электрической схемы

2.1 Расчет входной цепи

2.2 Расчет УРЧ

2.3 Расчет УПЧ

2.4 Расчет Преобразователя частоты

2.5 Расчет Детектора

# 3. Конструкция приемника на современных микросхемах

Заключение

Список литературы

# Основные требования к приемнику по ГОСТу 5651 – 89

1. Диапазон принимаемых частот СВ: 525 – 1605 кГц

УКВ 1 65.8 – 74 МГц

УКВ 2 100 – 108 МГц

2. Реальная чувствительность при отношении с/ш в диапазоне АМ не менее 20 дБ и в диапазоне УКВ не менее 20 дБ, для внешней антенны (СВ) 75 мкВ (УКВ 2) 10 мкВ

3. Селективность, дБ не менее:

- по соседнему каналу (при расстройке +/- 9 кГц) (СВ) 30 дБ

(при расстройке +/- 180 кГц) (УКВ) 30 дБ

- по зеркальному каналу (СВ) 46 дБ

(УКВ) 30дБ

- по ПЧ, не менее 40 дБ

4. Промежуточная частота 10.7МГц +/- 0.1МГц

5. Нормальный диапазон воспроизводимых частот 125 … 12000Гц

# Введение

радиовещательный приемник диапазон схема

Одной из основных особенностей научно технического прогресса является непрерывный рост информационных потоков во многих сферах человеческой деятельности. Одна из наиболее обширных областей, в которой решается данная задача, является радиовещание. Трудно себе представить быт без радиоприёмников. Это море информации, развлечений, познавательных программ.

Качество принимаемой информации напрямую зависит от качества конструкции приёмника.

Поэтому в данной работе я разработаю карманный радиовещательный приёмник, соответствующий ГОСТу 5651 – 89.

# Выбор и обоснование структурной схемы приемника

При проектировании структурной схемы принимаются схемные, конструктивные и технические решения, преследующие следующую цель: - построение приемника, наиболее удовлетворяющего требованиям технического задания. Также радиовещательные приемники должны быть дешевыми, иметь несложную схему и простое управление, поскольку они рассчитаны на массовое производство и служат для индивидуального пользования.

Обычно автомобильные приемники третьего класса выполнены по схеме (рис.1), принимают сигналы на диапазонах СВ (с амплитудной модуляцией) и на УКВ (с частотной модуляцией). Линейный тракт приемника сигналов с АМ состоит из ВЦ (входной цепи), смесителя С – АМ с гетеродином Г – АМ и усилителя промежуточной частоты УПЧ – АМ – ЧМ. Для приема сигналов с ЧМ служит отдельный блок УКВ, состоящий из входной цепи (ВЦ), усилителя радиочастоты (УРЧ), смесителя (С) и гетеродина (Г). С выхода смесителя сигналы подаются на схему УПЧ – АМ – ЧМ, усиливаются и в зависимости от режима работы приемника поступают на демодуляторы - (АД) амплитудный детектор или (ЧД) – частотный детектор, и далее сигнал низкой частоты поступает на усилитель звуковой частоты УЗЧ.

Приемники при необходимости снабжаются устройствами автоматической подстройки частоты (АПЧ). Для нормальной работы приемника при приеме сигналов с АМ введена цепь автоматической регулировки усиления (АРУ). В качестве приемной антенны в автомобильных приемниках используют штыревую телескопическую антенну с сопротивлением rа = 150 Ом и Са = 21 пФ

ВЦ

УРЧ

ВЦ

С

Г

АД

ЧД

УПЧ

ЧМ-АМ

УПЧ-АМ

С-АМ

УНЧ

Г-АМ

# Расчет полосы пропускания

При расчете полосы пропускания приемника будем полагать, что максимальная верхняя частота модуляции принимаемого сигнала Fв max равна 15 кГц, а максимальное значение девиации частоты f = 75 кГц, тогда значение максимального индекса модуляции принимаемого сигнала , равно 5 ( = 5)



Вычислим ширина спектра принимаемого сигнала:



Тогда значение полосы пропускания приемника найдем по формуле:



Где:

-относительная нестабильность несущей частоты сигнала - определяется назначением приемника; для радиовещательного приемника значение = 10-7 … 10-8 Гц;



-относительная нестабильность частоты гетеродина приёмника. Будем полагать, что в приемнике используется гетеродин с плавной перестройкой частоты LC контуром и =10-3 … 10-4 Гц



- относительная нестабильность частоты тракта УПЧ, и определяется типом селективной системы тракта УРЧ. Будем использовать пьезокерамический фильтр.

В результате Ппр>Пс. Для сужения полосы пропускания приемника применим систему АПЧ (автоматическая подстройка частоты), тогда

используя частотную автоподстройку частоты с Капч = 20, что вполне осуществимо, получим:



# Расчет чувствительности

Требуемое отношение сигнал/шум (по напряжению) на входе приемника определяется формулой:



Где



- необходимое отношение сигнал/шум на выходе детектора. Для рассматриваемого диапазона берём = 20 дБ.



- отношение сигнал/шум по мощности.

Коэффициент шума приемника обеспечивающий заданную чувствительность приемника Еа0 при комнатной температуре (290К) определяется неравенством:



K=1.38\*10-23 Дж/К – постоянная Больцмана, Т0=290К – стандартная температура приемника. ra =150Ом – внутреннее сопротивление антенны, Пдейств=1.1\*Ппр =1,1\*257,8=283,6 кГц, Крф - коэффициент передачи фидера по мощности Крф=10-0,1dфβ=10-0,1\*0,06\*1=0,986,



# Разбивка на диапазоны и выбор элементов настройки

Проектируемый приемник является стандартным приемником третьей группы сложности, и его основные параметры определены в ГОСТе – 5651 – 89, в том числе и частоты диапазонов. Считаем, что приемник имеет два диапазона: СВ – средневолновый диапазон с частотами от 525 до 1605 кГц и УКВ – ультракоротковолновый с частотами от 100 до 108 МГц.

Выбираем перестройку контуров преселектора в диапазоне УКВ с помощью варикапов (варикапной матрицы КСВ – 111А)



Коэффициент диапазона приемника (в УКВ диапазоне):

Параметры КВС 111А

Сmin = 29.7пФ; Cmax = 36.3пФ; Q = 200; Cном = 33пФ;

Uсм = 4В; fизмер =50МГц; Uобр max = 30В; Iобр max = 1мкА

Определим минимальную емкость варикапа:

Св min = Cном (Uном / Umax)n = 33\*10-12\*(4.85/4,5+0,85)0.43 = = 31,637пФ

Uном = Uсм + к = 4 + 0.85 = 4.85В



Umax = Uп + к = 4.5 + 0.85 = 5.35В



n = 0.43 (для КСВ – 111А)

В качестве перестраиваемых элементов контуров преселектора будем использовать варикапы при встречном включении, тогда Св min встр = Св min /2 = 31.637/2=15.82пФ.

С0 = CL+CM+Cп+m12Cвых+m22Cвх

Где

С0 – начальная емкость контура

CL = 0.5пФ собственная емкость катушек (в диапазоне УКВ 2)

CM = 5пФ ёмкость монтажа

Cп = 2…20пФ = 10пФ ёмкость подстроечного конденсатора

Cвых = 6пФ выходная емкость транзисторного каскада

Cвх = 3пФ входная емкость транзисторного каскада

m1 = 1 и m2 = 0.3…0.5 коэффициенты включения транзистора в контур

С0 = 0,5+5+10+1\*6+0.09\*3 =21.77 пФ

Св max встр = Св min встр +С ; С =Ск min (Кд2-1); Ск min = Со+ Св min встр;

Ск min = 21.77+15.82 = 37.6пФ;

С = 33.92пФ\*((1.227)2– 1)=17.15пФ;

Св max встр = 15.82+9.163 = 24.9пФ



Минимальное и максимальное управляющее напряжение:

Применение электронной настройки в данном приемнике позволяет упростить конструкцию механизма настройки, дает возможность повысить надежность, селективность по принимаемой частоте увеличением числа каскадов с перестраиваемыми контурами. В конструктивном отношении использование электронной настройки позволяет выполнить блок УКВ в виде полностью автономного узла.

# Выбор средств обеспечения избирательности по соседнему и зеркальному каналам

Данные для расчета:

f пч = 10.7 МГц, f с min = 88 МГц, f с max = 108 МГц

Seзк= 30дБ – ослабление по зеркальному каналу

257,8 кГц – полоса пропускания приемника = Ппр

В приемниках с расстроенной антенной (как в нашем случае) на этапе расчета структурной схемы принимаем равенство эквивалентных затуханий, нагруженных контуров тракта высокой частоты.

Задаемся ослаблением на краях полосы пропускания для радиовещательных приемников σсч= 1.41. Обобщенная расстройка для краев полосы пропускания при этом будет xсч=0,9, вычисляем минимально допустимое эквивалентное затухание нагруженных контуров тракта преселектора

Эквивалентное затухание контуров тракта δэсч целесообразно выбирать равным δэп если



где q – коэффициент шунтирования контуров активными элементами; δ0min - минимально достижимое значение затухания ненагруженных контуров.



определяем обобщенную расстройку для зеркального канала:



Применяем в приемнике верхнюю настройку гетеродина тогда:



Выбираем селективную систему с двумя одиночными резонансными контурами следующего вида:

Вх. Ц УРЧ СМ

### Э

### К

### Э

## К

Она обеспечит необходимую избирательность по зеркальному каналу. Каждый резонансный контур (входная цепь и контур УРЧ) даст избирательность по зеркальному каналу не менее 30дБ, таким образом общая избирательность по зеркальному каналу Sезк будет не хуже 60 дБ, что лучше требуемой величины.

Ослабление, даваемое преселектором на границе полосы линейного тракта:



Оно настолько мало, что можно не считаться с ним при выборе резонансных контуров.

Выбираем из конструктивных соображений апериодическую входную цепь и первый каскад УРЧ с одиночным резонансным контуром.

Для обеспечения избирательности по соседнему каналу будем использовать пьезоэлектрический фильтр типа ФП1П6 – 1.1 с средней частотой полосы пропускания 10.7 МГц. Такие фильтры используются в радиовещательных приемниках не выше второй группы сложности и удовлетворяют всем необходимым требованиям.

Проверим ослабления вносимые преселектором по промежуточной частоте (канал прямого прохождения). Обобщенная расстройка:

Значение ослабления по ПЧ будет при такой расстройке больше 70 дБ, что соответствует ТУ.



# Выбор активных элементов и распределение усиления

Необходимое усиление сигналов в линейном тракте следует обеспечить при достаточной устойчивости каскадов (возможно меньшем их числе), используя экономичные приборы.

Коэффициент усиления линейного тракта Кол должен быть равен:



Uп - амплитуда сигнала на выходе УПЧ приемника, для нормальной работы детектора необходим, чтобы амплитуда сигнала на входе детектора была не меньше 0.2 В, выбираем значение 0.3 В

Еа0 - чувствительность приемника.

Выбор средств обеспечения усиления линейного тракта, начнем с определения коэффициента усиления преселектора (ВЦ и УРЧ). В приемнике с переменной настройкой обычно применяют входную цепь при ненастроенной антенне и коэффициенте связи с антенной не более половины оптимального. Положим k = 0.5 kopt

- коэффициент шума входной цепи.



Для каскада УРЧ выбираем малошумящий транзистор КТ368 Б, который будем использовать еще и в смесителе. Допустимый коэффициент шума приемника может быть обеспечен при одном каскаде УРЧ и смесителе по схеме с общим эмиттером.

Nш урч = 2\*Nш тр-ра = 2\*2 = 4; Nш см = 4\*2 = 8. Коэффициенты шума УРЧ и СМ



Для расчета примем, что в каскаде УПЧ будут использоваться транзисторы КТ339, как наиболее дешевые и подходящие по своим параметрам. Nш упч = 2\*7 = 14 – коэффициент шума одного каскада УПЧ, собранного по схеме с общим эмиттером.

Наименьший коэффициент усиления (на максимальной частоте) по напряжению каскада УПЧ:

а по мощности:



наименьший коэффициент усиления преобразователя частоты по мощности:



Устойчивый коэффициент усиления одного каскада УПЧ определяется как:



по мощности:

Проверим, обеспечивается ли заданная чувствительность приемного тракта УКВ.



Как видно коэффициент шума приемника меньше допустимой величины, что обеспечивает чувствительность не хуже заданной.



Требуемый коэффициент усиления по напряжению УПЧ и преобразователя частоты равен:



Где kз = 2 – коэффициент запаса.

Вычислим сколько каскадов необходимо для обеспечения заданного коэффициента усиления тракта УПЧ:



Следовательно, необходимое число каскадов - 4

Минимальная емкость контуров необходимая для стабильности АЧХ УПЧ при смене активных элементов



ΔС=0,15пФ - средневероятностный разброс емкостей активных элементов

Θ(m) - функция, зависящая от вида селективной системы.

# Расчет электрической схемы

# Расчет входной цепи

Сб VD1 +Еупр

Cвх

L Сп  gвх

VD2

Как уже говорилось, перестройка контуров преселектора будет осуществляться варикапами:

Св min = 8.1пФ

Св max = 12.6пФ

Параметры эквивалента антенны постоянны во всем диапазоне рабочих частот, тогда Δ = 1



1. Индуктивность катушки связи:

2. Максимальный коэффициент связи, обеспечивающий допустимую расстройку



3. Полагая δсв=0,02 ,вычисляем затухание антенной цепи для начала диапазона по формуле:



Вычислим значения для других точек диапазона и сведем результаты вычислений в таблицу:

Таблица 1:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f1,МГц | δа | кopt | δэк | квц | квц\*кувч |
| 88 | 0,443 | 0,147 | 0,0174 | 1,17 | 7,18 |
| 98 | 0,398 | 0,161 | 0,0184 | 1,04 | 5,73 |
| 108 | 0,362 | 0,175 | 0,0197 | 0,93 | 4,64 |



Результаты расчётов для других точек диапазона также сведём в таблицу 1.

4. Так как то принимаем коэффициент связи между катушками равным



5. Коэффициент включения входа электронного прибора к контуру гарантирующий заданное при расчете блок схемы эквивалентное затухание контура расчитывается по формуле:



6. Проверяем осуществимость минимальной эквивалентной ёмкости, для этого должно выполнятся неравенство:



7. Индуктивность контурной катушки вычисляется по следующей формуле:



8. Действительные значения эквивалентного затухания контура определяющие свойства входной цепи вычисляются по следующей формуле:



Рассчитанные значения затуханий контура для других частот также сведём в таблицу.



9. Коэффициент передачи для тех же частот диапазона находим по формуле:



Результаты вычислений сведем в таблицу.

10. Действительное ослабление сигнала на границе полосы пропускания на промежуточной частоте вычисляют по следующей формуле:



или 53,4 дБ, что значительно больше требуемого.

11. Коэффициент шума входной цепи для конца диапазона:



12.Коэффициент передачи по мощности до конца диапазона:

13. Чтобы на блокировочном конденсаторе не создавалось большого падения напряжения сигнала, его ёмкость должна удовлетворять неравенствам:



Сб=2200 пФ.

# Расчет УРЧ

Cб1

VT1

VD1

Lk

R3

VD2

Cб2

Uвх

R2 C1

R1 Rф

Eупр ЕК0

Из предыдущих расчетов

Св min = 15,82пФ

Св max = 24,9пФ

Предварительно будем полагать полное включение контура в цепь коллектора

p1=1 и неполное ко входу следующего каскада c p2 ≈ 0.15.

Ёмкость контура без учёта конденсатора промежуточной ёмкости будет:



1. Расчет элементов цепи питания. Считаем ΔURФ= 1В – допустимое падение напряжения на сопротивлении фильтра эмиттерной цепи, γ = 2 – требуемый коэффициент стабильности коллекторного тока, ΔT =80оC– интервал температур в градусах Цельсия, в пределах которого должна обеспечиваться температурная компенсация коллекторного тока, Ек0=4,5 В, Iк=1mA, Ik0=0.5 мкА, Uk=3В, α0=0,98:



Сопротивление фильтра:

2. Индуктивность контурной катушки L:



3. Вычислим параметры эквивалентной схемы каскада:



Результаты расчетов сведем в таблицу 1.2:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f,  МГЦ | Y  mA/B | G1,  мкСм | G2,  мСм | C1,  пФ | C2,  пФ | g,  мкСм | gэ,  мкСм | k0 | δэ |
| 88 | 37.509 | 53.427 | 1.399 | 8.94 | 11.838 | 118 | 335 | 2.6 | 0.0170 |
| 98 | 37.38 | 66.231 | 1.461 | 8.971 | 11.823 | 106 | 324 | 2.7 | 0.0184 |
| 108 | 37.251 | 80.005 | 1.526 | 8.969 | 11.808 | 96 | 316 | 2.7 | 0.0197 |

3. Рассчитаем kом для начала диапазона, так как необходимо обеспечить эквивалентное затухание контуров



Так как kом >> k0уст а, характеристическое сопротивление контура определено выбором емкости связи. Коэффициент включения контура в

данном случае выбирается по следующим формулам:



4. Найдем проводимость шунтирующего сопротивления:

5. По формуле вычисляем собственную проводимость контура для начала, середины и конца диапазона:



Запишем полученные результаты также в таблицу1.2

6.По формуле вычисляем эквивалентную проводимость контура для начала, середины и конца диапазона:

Подставляем полученные значения в формулу и вычисляем коэффициент усиления каскада для начала, середины и конца диапазона:



Как видно коэффициент усиления каскада УРЧ во всем диапазоне больше Ко уст.

7. Из формулы найдем эквивалентное затухание для начала, середины и конца диапазона:



8. Согласно формуле найдем реальную полосу пропускания для начала, середины и конца диапазона:



в середине 920 КГц и в конце 1086 КГц.

9. Обобщенная расстройка контуров преселектора на границе полосы пропускания приемника будет:



Ослабление зеркального канала



10. Определим среднюю емкость подстроечного конденсатора:



Поскольку максимальное влияние собственных шумов на чувствительность приемника, имеет место на максимальной частоте диапазона, то коэффициент шума рассчитываем для конца диапазона. Рассчитаем вспомогательные параметры

А) Эквивалентная проводимость контура в точке подключения входа транзистора за вычетом собственной входной проводимости транзистора:



Коэффициент шума каскада УРЧ находим по формуле:



NT=5

# Расчет УПЧ

VT1

Cк1 L1 L2

Cк2

R3

Cф

R2 C1 R1 Rф

Eк0

В расчете структурной схемы УПЧ в качестве активного элемента берем транзистор КТ 339А

Параметры транзистора КТ 339А:

Iк=1mA, Uк=3B, g11=0.35 мСм, g22=0.007мСм, Y21=32.127, C11=5.206пФ, C22=1.637пФ, C12=0.803нФ, α0=0,95, g12=0.001мСм, Iк0=1мкА, NТ=5, fгр≥300MГц

Будем полагать, монтажные ёмкости в цепи коллектора См1=5пФ и в цепи базы См2=5пФ.



1. Расчет элементов схемы. Положим γ=2, ΔТ=80°С, тогда:

Сопротивление фильтра:



2. Вычислим для контуров внешние проводимости и емкости:



G1=g22+g12=0.007+0.001=0.008мСм;

G2=g11+1/R2+1/R3=0.35\*10-3+1/4700+1/1200=1.4мСм

С1=С22+См1=1,637+5=8,185пФ

С2=С11+ См2=5,206+5=10,206пФ

Согласно таблице1.1 Наименьшее усиление преселектора равно 4.64

Следовательно, усиление в тракте промежуточной частоты должно быть:



Подставляя Ко пр в формулу при n=4, получаем необходимый коэффициент усиления каскада:

Условие выполняется. При четырёх каскадах УПЧ эквивалентное затухание контуров должно быть



Положив значение b =0.2 по равенству:

Определяем предельное затухание контуров



Как видно из результата δэ1max<δэ<δэзmin



3. Найдем коэффициент усиления, учитывая, что ηmax=1.45



4. Определим эквивалентные емкости контуров, считая, что p1=1



5. Индуктивность контурных катушек контуров

Индуктивность получилась в пределах допустимой.

6. Определим коэффициенты включения контуров к электродам транзисторов



7. Проводимость шунтов для контуров должна быть

это сопротивления шунтов, подключаемых параллельно контурам.



8. Емкость контурных конденсаторов имеют следующее значение:



9. Рассчитаем коэффициент шума каскада УПЧ



# Расчет преобразователя частоты

### ПФ

## С2 VT1 C

L

R3 Cф

Uвх R2 R1 C1 Rф

Lсв U

Выберем режим работы транзистора при Uk = 5В, Ik = 1мА так как режим работы транзистора совпадает режимом работы транзистора в каскаде УРЧ, то элементы схемы сохраняют значения полученные при расчете УРЧ.

Положим амплитуду напряжение гетеродина Um2 =0.1В. Из проходной характеристике транзистора КТ 368 А находим Uбэ1=0.2, Ik=0.15мА при Uбэ2=2Uбэ1=0.4В, Ik2= 5мА, следовательно:



тогда амплитуда напряжения гетеродина должна быть

Поэтому принятую ранее амплитуду напряжения гетеродина можно считать за окончательную.

Крутизна преобразования смесителя (при Uб0 = 0.3В – смещение на базе транзистора)



J1(aUm2)=0.58 – Функция Бесселя первого порядка.

В качестве селективной системы и нагрузки используем пьезокерамический Фильтр ФП1П6. Средняя полоса пропускания на уровне 6дБ – 240 …260кГц,

Rвх=Rвых=2кОм; q=0.53; Сшунт=20пФ

По формуле Пк=δэfПЧ=(2,5÷3,5)Пф находим полосу пропускания коллекторного согласующего фильтра, учитывая, что

Пк=3Пф=240\*3=720кГц



Тогда эквивалентное затухание должно быть:

Эквивалентная емкость контура для получения оптимальных параметров контура:



Индуктивность контурной катушки:



Примем собственное затухание контура равным 0.006, тогда активная проводимость контура:



Находим коэффициенты включения в контур активного элемента и пьезокерамического фильтра:



Входная проводимость транзисторного преобразователя частоты для конца диапазона:



Поэтому, для сохранения коэффициента включения входа транзистора к выходному контуру УВЧ, следует увеличить проводимость шунта контура на 1,17\*10-3-0,5\*10-3=0,67\*10-3 См. Поскольку p2=0,067, то для этого нужно увеличить проводимость шунта контура на 0,0672\*0,67\*10-3=3мкСм

Коэффициент шума преобразователя частоты:



Коэффициент передачи преобразователя по мощности для конца диапазона, находим по формуле:



что меньше допустимой величины, принимавшейся при предварительном расчёте.

# Расчет детектора

VD1 R3

L1 L2

Ср VT1 C1 R1

VD2 C2 R2

Сэ

Rб 1 Rк L3

Rэ R5 Rф

Rб2 Cк

+Eк0 С4 Сф

Исходные данные для расчета:

f=10.7МГц; П=257,8 КГц; δ0=0,006 – собственные затухания контуров; Сэ=45 пФ – эквивалентная ёмкость контуров; Rвх.нч=1кОм; Свх.нч=0,02мкФ; Мн=Мв=1,1; полагаем Скат=0.5пФ, pk≈pд≈0,5(максимально допустимое значение коэффициентов включения диодов); См1=См2=4пФ

Транзистор VT1 и селективная система детектора из двух связанных контуров используется в схеме каскада УПЧ. Положим Rф=R вх нч ,берем резистор Rф = 1кОм. Сопротивление резисторов

R1 = R2 = 1,1\*(Rф + Rнч.вх) = 1,1\*(103 + 103) = 2,2кОм. Выбираем диоды Д2Е, их внутреннее сопротивление Riд = 100 Ом, входное сопротивление диодного детектора R вх д = 1200Ом , Кд = 0.75 – коэффициент передачи.



Собственная активная проводимость контуров:

Реальный коэффициент включения диодов в контур



что меньше максимально реализуемой величины 0,5 и приемлемо.



Коэффициент передачи частотного детектора определяем по формуле:



Средние емкости подстроечных конденсаторов контуров:



следовательно, принятая ранее эквивалентная ёмкость контуров осуществима.

Индуктивность контурных катушек:



Тогда емкость конденсатора:



Допустимый уровень амплитудно - частотных искажений на верхней модулирующей частоте не превышает заданного значения если:

Здесь Rig=500 Ом внутреннее сопротивление детектора для токов модулирующей частоты.



Емкость конденсатора:



Коэффициент связи между контурными катушками определяется:



Ёмкость конденсатора С3:



Коэффициент связи между 1 и 3 катушками и индуктивность:

R3 и R4 необходимы для балансировки и их сопротивления обычно десятки Ом и они определяются в процессе наладки детектора. R5 – увеличивает затухания катушки L3, чтобы она не влияла на полосу пропускания и подбирается при наладке.



# Конструкция приемника на современных микросхемах

Проектируемый переносной приемник реализуется на базе двух микросхем серии К174, выпускаемых отечественной промышленностью. Применение этих двух многофункциональных микросхем дает возможность сконструировать простую и компактную схему приемного тракта сигналов с АМ и ЧМ. Сравнительно небольшая их стоимость (по сравнению со стоимостью дискретных элементов) так же является одним из факторов, доказывающих эффективность их применения. Обе микросхемы одинаковой серии К 174, следовательно, они легко сопрягаются между собой, а также приемник построенный на их основе будет иметь сравнительно небольшой разброс параметров и хорошую температурную стабильность электрических параметров схемы. Построение схемы приемника на основе этих микросхем позволяет сократить до минимума количество дополнительных навесных элементов. Применение типового варианта включения этих схем способствует повышению степени унификации, улучшению технологичности аппаратуры, ускорению сроков разработок.

Теперь рассмотрим подробнее конструкцию приемника. Линейный тракт УКВ приемника выполнен на основе микросхемы К 174 ХА 15, включающей в себя усилитель высокой частоты, балансный смеситель, стабилизатор напряжения, Структурная схема микросхемы приведена ниже

### Структурная схема К174ХА15

## УВЧ Смеситель Фильтр НЧ

**Буфер Гетродин Стабили -**

**АРУ усилит заторы 1,2**

**Назначение выводов:**

1,16 – выводы гетеродина,

2 – вход стабилизатора напряжения (+Uпит),

3 – вход смесителя 1,

4 – вход смесителя 2,

5, 12 – общий (-Uпит).

6 – вход усилителя,

7 – вывод АРУ, УВЧ,

8 – выход УВЧ,

9, 10 – выводы УВЧ,

11 – выход усилителя АРУ,

13, 14 – выход сигнала промежуточной частоты,

15 – напряжение питания.(+Uпит)

К 174 ХА 15 обладает высокой степенью интеграции, высокими параметрами УКВ приема. Получение высоких качеств приема обусловлено использованием симметричного смесителя перемножителя с глубокой противосвязью, большим входным сопротивлением и высоким коэффициентом усиления, балансному гетеродину, буферному каскаду предохраняющему гетеродин от входного сигнала, высоким качеством стабилизации.

*Приемный тракт УКВ.*

При приеме передач в диапазоне УКВ, радиочастотный сигнал с телескопической антенны поступает на блок УКВ, где происходит его выделение и преобразование в сигнал ПЧ – ЧМ (10,7МГц). Входная цепь блока УКВ состоит из входного контура ,L11,L12,VD4,VD5 и антенны. Перестройка по диапазону частот происходит посредством изменения емкости варикапной матрицы (электронной перестройки частоты). Сигнал, выделенный входным контуром, усиливается УВЧ, входящим в состав микросхемы К 174 ХА 15, и через выходной контур УВЧ – L18, L19, VD10, VD11 поступает на входной контур смесителя L13, L14, VD2, VD3, входящего в туже микросхему. Избирательность по зеркальному и дополнительному каналам приема обеспечивается в основном контуром входной цепи и контуром УВЧ. Перестройка контура УВЧ по диапазону осуществляется с помощью варикапной матрицы. Сигнал ПЧ - ЧМ через пьезокерамический фильтр Z1 и выходной контур смесителя C17, L20, L21, поступает на вход усилителя ПЧ – ЧМ микросхемы К174ХА10, где усиливается усилителем – ограничителем и с его нагрузки поступает на квадратурный детектор. С выхода детектора сигнал звуковой частоты поступает на вход усилителя звуковой частоты К174УН18, где и усиливается до необходимой мощности.

*Приемный тракт СВ – АМ* полностью построен на основе микросхемы К174ХА10

### Структурная схема К174ХА10

Стабилизат.

УНЧ

УПЧ Демодулятор

УВЧ

Смеситель

Гетеродин

**Назначение выводов:**

1 – вход 1-й УПЧ. 2- вход 2-й УПЧ. 3, 11 – общий (-Uпит). 4 – выход смесителя. 5 – выход контура гетеродина. 6 – вход 1-й тракта АМ. 7 – вход 2-й тракта АМ. 8 – выход демодулятора. 9 – вход УНЧ. 10 – блокировка. 12 – выход УНЧ. 13 – напряжение питания (+Uпит). 14 – вход демодулятора. 15 – выход УПЧ. 16 – блокировка АРУ/выход АПЧ.

Схема включения К174ХА10 в качестве приемника АМ сигналов является типовой. Входной сигнал с антенны поступает на входную цепь АМ сигналов С12.2, С19, L10, L11, после чего усиленный поступает на смеситель, с выхода которого через пьезокерамический фильтр Z2 поступает на УПЧ – АМ где усиливается и поступает на детектор. Фильтр Z2 обеспечивает избирательность по соседнему каналу. Перестройка по диапазону осуществляется конденсатором переменной емкости С12 входной цепи и контура гетеродина. Этими контурами осуществляется избирательность по зеркальному каналу и другим дополнительным каналам приема. С выхода детектора сигнал поступает на УЗЧ и громкоговоритель. Переключение диапазонов S1

В качестве выходного усилителя звуковой частоты используется микросхема К174УН18 представляющая двухканальный усилитель с выходной мощностью 2 Вт. В состав микросхемы входят: предварительные усилители, промежуточные усилители, выходные каскады, делители напряжения отрицательной обратной связи устройства защиты от перегрузок управляющий каскад и устройство тепловой защиты.

# Заключение

Разработанный карманный приемник удовлетворяет всем требованиям технического задания. Он построен на современных микросхемах серии К174, что обеспечивает их легкое сопряжение и не сложную настройку собранного приемника.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

Расчёт параметров транзистора КТ368А.



Результаты сведём в таблицу:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| f,МГц | 88 | 98 | 108 |
| γгр | 0,98 | 0,109 | 0,12 |
| γs | 0,068 | 0,076 | 0,083 |
| g21,мСм | 38.360 | 38.316 | 37.273 |
| b21,мСм | 2.608 | 2.912 | 3.177 |
| Y21,mA/B | 38.449 | 38.427 | 38.405 |
| g12,мкСм | -31.361 | -38.797 | -47.024 |
| b12,мСм | -0.931 | -1.037 | -1.142 |
| C12,пФ | 1.651 | 1.684 | 1.683 |
| Y12, mA/B | .940 | 1.047 | 1.154 |
| g22,мкСм | 22.066 | 27.434 | 32.981 |
| b22,мСм | 1.265 | 1.408 | 1.551 |
| C22,пФ | 2.289 | 2.287 | 2.286 |
| Y22, mA/B | 2.355 | 2.617 | 2.884 |
| g11,мСм | 1.043 | 1.105 | 1.170 |
| b11,мСм | 3.781 | 4.201 | 4.620 |
| C11,пФ | 6.838 | 6.823 | 6.808 |
| Y11, mA/B | 177.950 | 197.051 | 216.199 |

# Список литературы

1. М. К. Белкин, В. Т. Белинский, Ю. Л. Мазор, «Справочник по учебному проектированию приемно-усилительных устройств», Киев, Высшая школа, 1988г.
2. Н. В. Бобров, Г. В. Максимов, В. И. Мичурин, Д. П. Николаев, «Расчет радиоприемников», Москва, Воениздат, 1971г.
3. Под редакцией А. П. Сиверса, «Пректирование радиоприемных устройств», Москва, Советское радио, 1976г.
4. В. Д. Горшелев, З. Г. Красноцветова, Б. Ф. Федорцов, «Основы пректирования радиоприемников», Ленинград, Энергия, 1977г.
5. И. Ф. Белов, А. М. Зильберштейн, «Переносные радиоприемники и магнитолы», Москва, Радио и связь, 1996г.
6. С. Г. Калихман, Я. М. Левин, «Радиоприемники на полупроводниковых приборах», Москва, Связь, 1979г.