Федеральное агентство по образованию Российской Федерации

ГОУ СПО

ЕРТТ им А. С. Попова

Приемник радиовещательный СВ диапазона

Пояснительная записка к курсовому проекту по предмету

"Радиоприёмные устройства"

РТ 2.021.023 ПЗ

Руководитель:

Сайфуллина Г.Г.

Разработал:

Татаркин Д.А.

Исходные данные

1. Диапазон частот: fmin [МГц] = 0,8, fmax [МГц] = 2,0
2. Диапазон звуковых частот: Fmin [кГц] = 0,07, Fmax [кГц] = 7,2
3. Чувствительность: Ea [мВ/м] = 2
4. Избирательность по соседнему каналу: Seск [дВ] = 25
5. Избирательность по зеркальному каналу: Sезк [дВ] = 24
6. Избирательность на fпр = 465кГц: Sепр [дВ] = 24
7. Допустимый уход частоты гетеродина: 2Δfг [кГц] = 3
8. Допустимая неточность сопряжения входного контура и контура гетеродина: 2Δfс [кГц] = 1,5
9. Частотные искажения: М [дВ] = 7,5
10. Выходная мощность: Рвых [Вт] = 1,5

Содержание

Введение

1. Выбор и обоснование схемы электрической структурной

2. Эскизный расчёт

2.1 Эскизный расчёт высокочастотной части приемника

2.2 Эскизный расчёт низкочастотной части приемника

3. Выбор и обоснование схемы электрической принципиальной

4. Электрический расчет

4.1 Расчёт входной цепи

4.2 Расчёт преобразователя частоты

4.2.1 Расчёт элементов контура гетеродина

4.2.2 Расчёт смесительной части преобразователя частоты

4.2.3 Расчёт элементов цепи стабилизации

Список литературы

Введение

7 мая 1895 г. произошло историческое событие, которое по достоинству было оценено лишь спустя несколько лет. На заседании физического отделения Русского физико-химического общества (РФХО) в городе Петербурге выступил преподаватель Минного офицерского класса Александр Степанович Попов с докладом "Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям". Во время доклада А.С. Попов демонстрировал работу созданного им устройства, предназначенного для приёма и регистрации электромагнитных волн. Это был первый в мире радиоприемник. Он чутко реагировал электрическим звонком на посылки электромагнитных колебаний, которые генерировались вибратором Герца.

Изобретение радио Поповым было закономерным итогом его целеустремлённых исследований электромагнитных колебаний.

В 1894 г. в своих опытах А. С. Попов начал использовать в качестве индикатора электромагнитных излучений когерер французского учёного Э. Бранли (стеклянная трубка, заполненная металлическими опилками), впервые применённый для этих целей английским исследователем О. Лоджем. Александр Степанович упорно работал над повышением чувствительности когерера к лучам Герца и восстановлением его способности регистрировать на новые импульсы электромагнитного излучения после воздействия предыдущей электромагнитной посылки. В результате Попов пришел к оригинальной конструкции устройства для приёма электромагнитных колебаний, тем самым, сделав решающий шаг к созданию системы для передачи и приема сигналов на расстояние.

От опытов в стенах Минного класса Александр Степанович перешел к опытам на открытом воздухе. Здесь он реализовал новую идею: для повышения чувствительности присоединил к приёмному устройству тонкую медную проволоку - антенну. Дальность сигнализации от генератора колебаний (вибратора Герца) до приёмного устройства достигла уже нескольких десятков метров. Так 7 мая 1895 г. стало днём рождения радио - одного из величайших изобретений XIX века.

Постоянной тенденцией в радиоэлектронике является уменьшение габаритов и масс аппаратуры, повышение ее надежности. Эти задачи успешно решает микроэлектроника - направление электроники, охватывающее широкий комплекс проблем и методов, связанных с проектированием и изготовлением электронной аппаратуры в микроминиатюрном исполнении за счёт полного или частичного исключения дискретных компонентов.

В современных радиовещательных радиоприемных устройствах все шире внедряются микропроцессоры — программируемые микроэлектронные устройства, которые обеспечивают оптимальное качество приема в условиях помех, управление автопоиском, электронную память десятков радиостанций, коммутацию источников программ, работу таймера, включающего и выключающего приемник по заданной программе, т. е. осуществление программного управления. Используется цифровая настройка (нажатием цифровых кнопок) и обзорная (приемник сам "просматривает" диапазон до получения команды "стоп", после чего фиксирует настройку и сам следит за станцией, обеспечивая в случае необходимости нужную подстройку с помощью АРУ и АПЧ, переключение тракта УПЧ на более узкую полосу при появлении помехи по соседнему каналу, переключает регулятор тембра).

В качестве перестраиваемых емкостей широко используются не конденсаторы переменной емкости, а варикапы (иногда используют симметричные варикапные матрицы с встречно-последовательным включением варикапов, что позволяет увеличить линейность перестраиваемых контуров) — запертые диоды, емкость p-n-перехода которых изменяется при вариации управляющего постоянного напряжения с помощью потенциометров.

С помощью цифровых кнопок подключаются поочередно потенциометры, с которых на варикапы подстройки гетеродина и входной цепи подаются соответствующие постоянные напряжения.

Обзорная настройка сводится к изменению емкостей варикапов входной цепи и гетеродина под действием плавно изменяющегося напряжения.

Для дистанционного управления радиоприемников в пределах одного помещения используются ультразвуковые и инфракрасные линии связи.

В диапазонах СВ, УКВ и ДМВ в настоящее время получило распространение стереофоническое вещание. В России в диапазонах УКВ для этой цели применяется система со сложным управляющим сигналом, содержащим суммарный управляющий сигнал правого и левого каналов А+В со спектром 30 - 15 000 Гц, а также дополнительный управляющий сигнал с ультразвуковой поднесущей, необходимый для соединения сигналов левого и правого каналов.

В СВ диапазоне используются для стереофонического вещания сигналы с комбинированной модуляцией — амплитудной и частотной или амплитудной и фазовой, сигналы с двумя независимыми боковыми полосами и общей несущей, сигналы с квадратной модуляцией—два АМ сигнала, у которых несущие имеют одну и ту же частоту, но различаются на 90° по фазе.

Особые достоинства в качестве воспроизведения управляющего сигнала предвещает использование цифрового радиовещания. В этом случае сигнал превращается в последовательность импульсов, характеризующих значение сигнала в определенные моменты времени. Цифровая система передачи звука уже работает в системах спутниковой связи и спутникового радиовещания, а также используется для цифровой звукозаписи. Цифровое вещание может обеспечить практически неискаженное воспроизведение звука: полосу воспроизводимых частот 5—20000 Гц, коэффициент нелинейных искажений < 0,01 %, динамический диапазон >90 дБ, практически полное отсутствие внешних помех (отношение сигнал/шум > 90 дБ), а также осуществить стереофоническое вещание. Недостатком линий цифрового вещания является широкая полоса частот ~ 8 МГц, занимаемая одной радиостанцией, что определяет диапазоны несущих частот цифрового вещания.

Цифровое радиовещание позволяет просто реализовать вывод информации на дисплей, режим повтора сообщений, запоминание сообщений и т. д.

Несмотря на широко развивающееся радиовещание, большинство приёмников строятся по супергетеродинной схеме, так как она обеспечивает большую надёжность. И в данном курсовом проекте применён супергетеродинный принцип построения приёмников.

1. Выбор и обоснование схемы электрической структурной

По принципу усиления принимаемого сигнала различают радиовещательные приёмники прямого усиления, в которых сигнал усиливается непосредственно, и супергетеродинные, в которых основное усиление осуществляется на промежуточной частоте, полученной в результате преобразования частоты принимаемого сигнала.

В приёмнике прямого усиления содержатся: входная цепь, выделяющая сигнал, принятый антенной; усилитель высокой частоты, который усиливает поступившие из входной цепи полезные сигналы и осуществляет дальнейшее ослабление сигналов мешающих станций; детектор, преобразующий модулированное колебание высокой частоты в колебания низкой частоты; усилитель низкой частоты, усиливающий колебания низкой частоты до заданной выходной мощности; оконечный аппарат (динамик или громкоговоритель); и блок питания.

*Входная*

*цепь*

*УВЧ*

*Детектор*

*УНЧ*

*Блок питания*

*ОА*

Рисунок 1. – Структурная схема приёмника прямого усиления.

Но приёмник прямого усиления не может обеспечить высокую чувствительность и хорошую избирательность.

В супергетеродинном приёмнике за счёт преобразования частоты принимаемого сигнала снижаются нежелательные обратные связи и повышается устойчивость.

*Входная*

*цепь*

*УВЧ*

*Смеситель*

*Гетеродин*

*УНЧ*

*ОА*

*Блок питания*

*УПЧ*

*Детектор*

Рисунок 2. – Структурная схема супергетеродинного приёмника.

Входная цепь, усилитель высокой частоты (может отсутствовать), детектор и усилитель низкой частоты действуют также как и в приёмнике прямого усиления. Преобразователь частоты состоит из смесителя и гетеродина. Гетеродин генерирует вспомогательную частоту fг, а преобразование частоты осуществляется в смесителе. На смеситель воздействует два колебания высокой частоты: колебание сигнала fc, поступившее из входной цепи, и от гетеродина fг. В результате частоты смешиваются и, за счёт избирательной системы в нагрузке смесителя, на выходе выделяется сигнал с промежуточной частотой. Усилитель промежуточной частоты обеспечивает требуемое усиление сигнала fпр до значения, необходимого для качественной работы детектора. Использование усилителя промежуточной частоты позволяет получить высокую избирательность и равномерное усиление в полосе пропускания.

Супергетеродинная схема является основной схемой современных приёмников, так как она обеспечивает не только высокую избирательность и чувствительность, но и значительно улучшенные другие показатели.

Но она имеет также и недостатки: относительно высокая сложность схемы; трудность настройки, так как в ВЧ тракте имеются колебания трёх частот fг, fc, fпр; наличие дополнительных "паразитных" каналов приёма.

2. Эскизный расчёт

2.1 Эскизный расчет высокочастотной части приемника

Выбор транзистора для высокочастотной части приемника

а) Выберем транзистор ГТ322В, у которого fгр=50 МГц

f max<0,1\* fгр. (1)

2 МГц< 0,1\* 50 МГц

Данные транзистора ГТ322В:

h11б=34 Ом, h22б=1,0 мкСм,

h21э=20 – 120, Ck=2,5 пФ,

rб сk =200 пс Iк=1 мА

б) Определяем крутизну транзистора. По формуле:

 (2)

где S – крутизна вольтамперной характеристики, мА/В

h21э – коэффициент передачи по току в схеме ОЭ

h11э – входное сопротивление транзистора в схеме ОЭ, Ом

h11б – входное сопротивление транзистора в схеме ОБ, Ом



Так как в справочнике даны h–параметры для схемы с ОБ, то воспользуемся формулами перевода:

 (3)

Принимаем среднее значение

h21э=70

2380 *Ом*

70

*\**

*h*

*11*

э

****

****

34

 (4)

*Ск*

*Ск*

 *rб*

*rб*

****

где rбСк – постоянная времени цепи обратной связи коллектора, пс

Ск – проходная емкость транзистора, пФ

  (5)

где а – коэффициент частотного использования транзистора

fmax – максимальная частота на которой будет работать транзистор, Гц

fгр – граничная частота работы транзистора, Гц

34

80

*\**

50

2

*α*

****

****

0,094

в) произведём перевод из h-параметров транзистора в Y-параметры.

 (6)

*h11э*

*1*

*g11*

****

*α*

+

*2*

*rб*

где g11 – входная проводимость, См

 (7)

2

α

\*

Ck

\*

fгр

\*

π

\*

2

)

h11б

rб

(1

\*

h22б

g22

******

******

******

где g22 – выходная проводимость, мкСм



Для транзисторов, работающих в режиме преобразования:

 (8)

g11

\*

*0*,6

g11пр

******

*318 мкСм*

*530*

\*

*0*,6

g11пр

******

******

 (9)

g22

\*

*0.6*

g22пр

******

*6,18 мкСм*

*1*0,3

\*

*0*,6

g*22пр*

******

 (10)

S

\*

*0*,6

Sпр

******

Sпр=0,6\*29,4=17,64 мА/В

Расширяем заданный рабочий диапазон частот

 (11)

fmax

\*

*1*,02

max

f

******

******

где f'max – расширенная максимальная рабочая частота транзистора, МГц

f'max=1,02\*2=2,04 МГц

 (12)

где f''min – расширенная минимальная рабочая частота транзистора, МГц

f''min=0,98\*0,8=0,784 МГц

Определение эквивалентной добротности контуров преселектора и необходимость применения УРЧ

а) Минимальная эквивалентная добротность контура, обеспечивающая заданную избирательность по ЗК, рассчитывается по формуле:

 (13)

где Seзк – заданная избирательность по ЗК. Seзк=24 дБ =15,9.

f 'зк – частота зеркального канала, МГц, рассчитывается по формуле:

f 'зк=f 'max+2 fпр (14)

где fпр – выбранная промежуточная частота, МГц

f 'зк=2,04+2\*0,465=2,97 МГц

б) рассчитываем полосу частот входного сигнала по формуле:

 (15)

где 2Δfc – допустимая неточность сопряжения входного контура и контура гетеродина, кГц.

2Δfг – допустимый уход частоты гетеродина, кГц

П=2\*7,2+ 1,5+ 3= 18,9 кГц

в) Максимальная добротность контура из условия допустимых частотных искажений по формуле:

 (16)

где Мсч – частотные искажения одного контура входной цепи.

Для заданного диапазона СВ примем

Мсч=2 дБ =1,26.



Так как: Qэп > Qэи, 31,8 >14,2 то УРЧ не нужен.

г) Из условия Qэи < Qэ < Qэп

где Qэ – величина эффективной добротности контуров преселектора, выбираем Qэ = 28.

Конструктивная добротность контура

 (17)

где Qк – конструктивная добротность контура

ψ – коэффициент шунтирования контура, учитывающий шунтирующее действие входного сопротивления транзистора. Ψ=0,7



Получение значения Qк практически осуществимо.

д) Определяем значение добротности на минимальной частоте по формуле:

 (18)

где Qэ(min) – добротность на минимальной частоте

dэ(min) – затухание на минимальной частоте и определяется по формуле:

 (19)

где d – затухание контура, определяется по формуле:

 (20)



dэ(max) определяется по формуле:

 (21)







Проверяем избирательность на частоте равной промежуточной

Рассчитаем избирательность, при n=1:

 (22)

где Se пр – избирательность по частоте равной промежуточной, дБ

fпр – промежуточная частота, МГц

f0 –крайняя частота диапазона наиболее близкая к промежуточной, кГц

≈25,5 дБ

Задана избирательность по промежуточной частоте 24 дБ, что соответствует в разах Sепр=15,9, следовательно входная цепь обеспечивает заданную избирательность по промежуточной частоте и использовать фильтр не нужно.

Распределение между трактами приемника частотных искажений

В диапазоне СВ частотные искажения на один контур преселектора принимаем

Мсч=2 дБ

Частотные искажения низкочастотной части приемника принимаем

Мнч=2,1 дБ

Тогда частотные искажения тракта ПЧ:

 (23)

Мнч*)*

(*Мсч*

М

М*ПЧ*

******

***=***

*−*

МПЧ =7,5−(2+2,1)=3,4 дБ

Определение числа поддиапазонов

Требуемый коэффициент диапазона по частоте определяется по формуле:

 (24)



Коэффициент диапазона, определяемый через емкости

 (25)

где Сmax – максимальная емкость конденсатора, пФ

Сmin – минимальная емкость конденсатора, пФ

Ссх – емкость схемы, пФ. Для СВ Ссх=25 пФ

Выбираем конденсатор КПЕ, у которого:

Сmax=365 пФ Сmin=10 пФ



Так как Кдс >Кд, то диапазон на поддиапазоны не разбиваем.

Выбор схемы входной цепи приемника

Применим одноконтурную входную цепь. Выбираем индуктивную связь контура входной цепи с транзистором первого каскада.

Выбор схемы преобразователя частоты

Выбираем схему преобразователя частоты с гетеродином, так как эта схема позволяет подобрать оптимальные режимы питания транзисторов в преобразовательном и генераторном режимах, следовательно более устойчивая и надёжная, и упрощается настройка схемы.

Выбор избирательной системы тракта промежуточной частоты.

Рассмотрим в качестве избирательной системы ФСС.

а) Определяем расчетную добротность контура звена фильтра.

 (26)

Где

∆F=Fmax



б) Задаемся конструктивной добротностью контура Qк =400

в) Рассчитываем полосу пропускания фильтра.

 (27)

где хп - обобщённая расстройка,

хп =0,8



г) Рассчитаем вспомогательную величину – обобщенную расстройку xс, соответствующую избирательности по СК.

 (28)

где ∆f – расстройка по соседнему каналу (обычно 10 кГц).



Обобщенное затухание β по формуле:

 (29)



Рисунок 3. - График обобщенной резонансной кривой.

д) По графику (рисунок 1) определяем избирательность по СК, создаваемую одним звеном фильтра

Seск1=3 дБ

е) Пользуясь тем же графиком (рисунок 1) по значениям β и Хп определяем частотные искажения Sem, вносимые одним звеном фильтра

Sem=0,4 дБ

ж) Определяем число звеньев полосового фильтра nфм из условий обеспечения заданной избирательности.

 (30)

*Seск1*

*Seск*

*Пф*

****

где Secк- заданная избирательность по соседнему каналу,

Secк=25 дБ



Из условия обеспечения заданных частотных искажений:

 (31)

*Seм*

*Мпч*

*Пфм*

****

где Пфм – число звеньев фильтра при выполнении заданных частотных искажений



Так как Пфм >Пф, то расчёты правильны и число звеньев получается равным 8, но это не выгодно, следовательно, в качестве избирательной системы тракта промежуточной частоты принимаем систему с сосредоточенной избирательностью в виде ФПЭ (фильтр пьезоэлектрический).

Определение необходимого коэффициента усиления от входа до детектора

В диапазоне СВ прием производим на ферритовую антенну.

 (32)

где Rвх – входное сопротивление транзистора первого каскада, Ом

g11 – входная проводимость, См.



 (33)

где - характеристическое сопротивление контура, Ом



 (34)



 (35)



 (36)

где - коэффициент включения входного контура в базовую цепь транзистора первого каскада



Uвх =Еа\* hд\*Qэп\* pвх (37)

где Uвх – напряжение сигнала на входе первого каскада приемника, мкВ

Еа – чувствительность, В/м

hд – высота антенны, м Принимаем

hд=0,04 м

Uвх = 

Необходимый коэффициент усиления от входа до детектора

 (38)

где Ud – напряжение на входе детектора. Принимаем

Ud =1 В



Необходимый коэффициент усиления берем с запасом

К'н=1,5\* Кн (39)

К'н=1,5 \* 4739,3 ≈7110

Определение устойчивого коэффициента усиления каскадов

Устойчивый коэффициент усиления преобразователя частоты

 (40)

где Sпр – крутизна вольт-амперной характеристики в режиме преобразования, мА/В

Ск – проходная емкость транзистора, пФ

f'max – расширенная максимальная рабочая частота транзистора, МГц



Устойчивый коэффициент усиления УПЧ

 (41)

где S – крутизна вольт-амперной характеристики, мА/В

Ск – проходная емкость транзистора, пФ

fпр – промежуточная частота, МГц



Определение числа каскадов высокочастотной части приемника

Составим структурную схему ВЧ части приемника, состоящую из обязательных элементов и выберем вероятные коэффициенты усиления каскадов, имея ввиду, что должно соблюдаться соотношение:

Квер < Куст.

где Квер- вероятный коэффициент усиления каскадов.

Куст - устойчивый коэффициент усиления каскадов.

Тогда для высокочастотной части приемника

Квер= Кпр\* КУПЧ (42)

где Кпр - коэффициент усиления преобразователя частоты

Купч - коэффициент усиления УПЧ

Квер=10\*30=300 < К'н

Добавим один каскад УПЧ. Первый каскад УПЧ берем апериодический, второй каскад – широкополосный.

Квер= Кпр\* Купч\* КАПЧ \* КАПЧ \* КШПЧ (43)

где Кпр - коэффициент усиления преобразователя частоты

КАПЧ - коэффициент усиления апериодического УПЧ

КШПЧ - коэффициент усиления широкополосного УПЧ

Квер=10\*30\*30 = 9000

Условие Квер > К'н, (9000 >7110) выполняется.

2.2 Эскизный расчет низкочастотной части приемника

Выбор схемы детектора и определение напряжения на выходе детектора

Выбираем схему последовательного диодного детектора с енной нагрузкой, так как она обладает лучшей фильтрацией напряжения промежуточной частоты и большим входным сопротивлением по сравнению с параллельной.

Выбираем диод Д2А, у которого S=50 мА/В. По графику (Рисунок 3) при Rd\*S=4,7\*50=235, определяем коэффициент передачи детектора, Кд=0,93

Рисунок 5. – График коэффициента передачи детектора.

Определяем напряжение на выходе детектора

 (44)

Ud – напряжение подаваемое на вход детектора, В



Эскизный расчет усилителя звуковой частоты

а) Выбор типа схемы и транзисторов для выходного каскада.

При заданной мощности Рвых=1,5Вт, выбираем двухтактный трансформаторный выходной каскад, работающий в режиме АВ.

Выходная мощность, приходящаяся на один транзистор:

 (45)



Рассеиваемая на коллекторе мощность:

 (46)

где ε – коэффициент использования коллекторного напряжения. Принимаем ε = 0,9

 – КПД выходного трансформатора. Принимаем =0,8.



Выбираем транзистор ГТ 402 Б. Его параметры:

Pк доп=600 мВт Uк доп=25 В

Iк доп=500 мА β=60-150

б) Для предварительных каскадов УЗЧ выбираем транзистор МП21Е, у которого β=30.

в) Расчет усилителя мощности.

Амплитуда тока коллектора обеспечивающая заданную выходную мощность оконечного каскада

 (47)

где Uк – напряжение на коллекторе транзистора, В

Принимаем

Uк=0,4\*25=10 В



Условие Iтк < Iк доп =500 мА выполняется.

Амплитуда тока базы оконечного каскада

 (48)



г) Определение требуемого предварительного усиления и числа предварительных каскадов.

Ток базы первого каскада

 (49)



Требуемое усиление по току предварительного УЗЧ

 (50)



С учетом разброса параметров

 (51)

Необходимое число каскадов предварительного УЗЧ

 (52)



Рисунок 6. – Структурная схема приёмника.

3. Выбор и обоснование схемы электрической принципиальной

Входная цепь:

Входной цепью принято называть электрическое устройство, включаемое между антенной и входом первого каскада. Входная цепь обеспечивает связь антенны с первым каскадом приёмника и предварительную фильтрацию полезного сигнала от различных помех.

Входные цепи классифицируют по виду колебательной системы, настроенной на частоту принимаемого сигнала и по виду связи этой системы с антенной.

В качестве колебательной системы применяют как одноконтурные, так и многоконтурные системы, но наибольшее распространение получила входная цепь с одиночным контуром.

Связь входного контура с антенной может быть емкостная, индуктивная и индуктивно-емкостная.

Емкостная связь проста по устройству, позволяет получит достаточное усиление и малую зависимость настройки приёмника от параметров антенны. Но при этой связи велика неравномерность коэффициента передачи напряжения по диапазону, поэтому она применяется в основном в приёмниках с фиксированной настройкой или при малых значениях коэффициенты перекрытия диапазона (при растяжке).

При индуктивной связи и при расположении диапазона частот выше частоты антенного контура (удлиненная антенна), увеличивается коэффициент передачи напряжения на низших частотах и уменьшается на высших. Неравномерность коэффициента передачи при этом по диапазону получается относительно небольшой.

Более равномерное усиление по диапазону обеспечивает индуктивно-ёмкостная связь, но этот вид связи наиболее сложный.

В данном курсовом проекте применяется входная цепь с ферритовой антенной и индуктивной связью входного контура с транзистором первого каскада. Ферритовая антенна обладает направленными свойствами, что позволяет осуществлять пространственную избирательность приёмника. А неполное включение контура со стороны входа каскада уменьшает шунтирующее действие на контур малого входного сопротивления транзистора.

Преобразователь частоты:

Преобразовательные каскады на транзисторах выполняют как с совмещенным, так и с отдельным гетеродином.

В схеме с совмещённым гетеродином использован один транзистор, который одновременно работает как смеситель и гетеродин. Это позволяет уменьшить расход питания, габариты и вес, но возможна взаимосвязь между контурами входной цепи, гетеродина и промежуточной частоты, что снижает устойчивость работы; схема имеет большой уровень шумов и нелинейных искажений.

В схеме с отдельным гетеродином используется два транзистора, один выполняет функцию смесителя, другой – гетеродина. Это позволяет подобрать оптимальные режимы питания транзисторов в преобразовательном и генераторном режимах, тем самым увеличивается устойчивость работы и стабильность частоты.

В данном курсовом проекте применён преобразователь с отдельным гетеродином, так как эта схема более надёжная и устойчивая, имеет меньший уровень шумов и нелинейных искажений. В качестве нагрузки смесителя использован пьезоэлектрический фильтр, выделяющий сигнал промежуточной частоты и обеспечивающий хорошую избирательность по соседнему каналу.

Транзистор в смесительной части включен по схеме с общим эмиттером, так как, по сравнению с общей базой, у неё большее усиление по мощности и большее входное сопротивление (уменьшается шунтирующее действие на входной контур).

Транзистор в гетеродинной части включен по схеме с общей базой и использована параллельная схема питания транзистора, что обеспечивает большую стабильность, также использованы ограничивающие резисторы для получения более стабильной амплитуды.

Так как использовать отдельную настройку нецелесообразно, настройка колебательных контуров входной цепи и гетеродина осуществляется с помощью сдвоенного блока конденсатора переменной ёмкости (настройка частоты ведётся одной ручкой).

4. Электрический расчёт

4.1 Расчёт входной цепи

Рассчитать входную цепь с ферритовой антенной по следующим данным:

fmin=0,8 МГц, fmax=2,0 МГц, Eа=2мВ/м, 2∆F=14,4 кГц, КE(min)>0,02, Q=40, Qэmax=28, Qэmin=34,5.

 *К преобразователю*

 *С2*

*С1*

*С3*

 *L1*

 *L2*

 *МА*

Рисунок 7. – Схема каскада входной цепи.

 Первым каскадом приёмника является преобразователь на транзисторе ГТ322В с параметрами:

*g11пр*=318 *мкСм;*

 *С11пр*=38,5 *пФ;*

 *Кш*=4 *дБ.*

а) Выбираем двухсекционный блок переменных конденсаторов С2

КПЕ 10…365 пФ

б) Находим ёмкость схемы

 (53)

где Кд – коэффициент поддиапазона,

Кд= fmax / fmin=2,5

в) Определяем индуктивность контура

г) Определяем коэффициент включения 

 (55)

где Qэ(max) – добротность эквивалентного контура

Q – собственная добротность контура

– характеристическое сопротивление контура, Ом

 -6

 6

= 2π\*fmax\*L (56)

= 2\*3,14\*2\*10 \*93,5\*10 = 1174,4 Ом

= 0,17

д) Находим ёмкость подстроечного конденсатора

С1 = Ссх – См – СL – Pвх \*Свх (57)

где Ссх – ёмкость схемы, пФ

См – ёмкость монтажа, пФ. Задаёмся См=3 пФ.

СL – собственная ёмкость ферритовой антенны, пФ. Задаёмся СL=3 пФ.

Свх – входная ёмкость транзистора-преобразователя, пФ.

Свх= 1,5 С11пр (58)

Свх=1,5 \* 38,5 = 57,75

 2

С1 = 57,6 – 3 – 3 – 0,17 \* 57,75 = 50 пФ

Выбираем подстроечный конденсатор КПК-2 с ёмкостями 10 – 100 пФ.

е) Рассчитываем индуктивность катушки связи

 (59)

где ℜ - коэффициент связи. Для ферритового стержня принимаем ℜ=0,8.

= 4,22 мкГ

ж) Определяем минимально необходимую действующую высоту ферритовой антенны:

 (60)

где 2ΔF – полоса пропускания приёмника, кГц

Кш – коэффициент шума транзистора, дБ

Еа – чувствительность приёмника, мВ/м

2ΔFо – полоса ненагруженного входного контура, кГц

 (61)

20 кГц

Коэффициент шума транзистора в режиме преобразования

Кшпр=2\*Кш (62)

Кшпр=2\*2,5=5

 = 1,93 \* 10 м

з) Рассчитываем минимальный коэффициент передачи по полю

КE(min)=hд(min)\*Qэmin\*Pвх (63)

где Qэmin – добротность на минимальной частоте.

КE(min) =1,93\*10 \*34,5\*0,17 = 0,013

Полученное значение меньше заданного (0,02), поэтому увеличиваем минимальную действующую высоту антенны. Возьмём hд(min)=0,04 м, тогда

К’E(min) =0,04\*34,5\*0,17=0,024,

что больше заданного.

и) Находим напряжение на входе первого транзистора

 Uвх=Еа\* К’E(min) (64)

 *-3*

Uвх=2\*10 \* 0,024 = 46,92 мкВ

4.2 Расчёт преобразователя частоты

 *С3*

 *R1*

 *R3*

 *С4*

 *С6*

 *С7*

 *С8*

 *L3*

 *R4*

 *R5*

 *R6*

 *R7*

 *R8*

*С9*

*С10*

 *L5*

 *L4*

*-Eк*

*VT1*

*VT2*

 *С5*

 *С2*

 *R2*

 *от входной цепи*

 *к УПЧ*

*ПФ1П-2*

Рисунок 8. – Схема преобразователя частоты.

4.2.1 Расчёт элементов контура гетеродина.

а) Определяем максимальную емкость контура гетеродина

Cmax = Cк max + Ccx (65)

где Cк max – максимальная емкость блока переменного конденсатора, пФ

Ccx – емкость схемы, пФ

Cmax = 365 + 57,6 = 422,6 пФ

б) Находим вспомогательный коэффициент

 (66)

Где 



в) Рассчитываем индуктивность контура гетеродина

L3 =α\*L (67)

где L- индуктивность контура входной цепи, мкГ

Значение коэффициента α находим по графику:

Рисунок 9. – График для определения индуктивности контура гетеродина.

Принимаем а ≈0,6

L3 =0,6\*93,5=56,1 мкГ

г) Определяем ёмкость последовательно С4 и параллельного С5 конденсаторов по графикам:

Рисунок 10. – График для определения ёмкости Рисунок 11. – График для определения ёмкости последовательного сопрягающего конденсатора. параллельного сопрягающего конденсатора.

С4 ≈ 650 пФ Выбираем С4: КМ-3-Н30-680 пФ ± 10%

С5 ≈ 9 пФ Выбираем С5: КМ-3-Н30-9,1 пФ ± 5%

4.2.2 Расчет смесительной части преобразователя частоты

В качестве нагрузки преобразователя использован пьезоэлектрический фильтр ПФ1П – 2 с параметрами: Rвх=1,2 кОм; Rвых=0,6 кОм; Sепр=36 дБ

а) Определяем коэффициенты включения контура к транзисторам p1и p2. Выбираем полное включение контура со стороны коллектора (p1 =1), тогда коэффициент включения со стороны базы:

 (68)

= 0,108

б) Находим эквивалентное сопротивления контура Rэ из условия, чтобы расчетное усиление преобразователя Kпр =(η /(η +1))\* Sпр\*Rэ\*p1\*p2 было не менее заданного усиления Kпрз.

 2

 (69)

где η - параметр связи. Задаёмся η=1,1 (связь близкая к критической).

 кОм

в) Определяем добротность контура

 (70)



г) Определяем характеристическое сопротивление контура

 (71)



д) Вычисляем элементы контура

 (72)



Выбираем

С10: КМ-3-Н30-1100 пФ ± 10%

 (73)



Рассчитываем шунтирующий резистор

 (74)

где Rвых пр – выходное сопротивление преобразователя, кОм

 (75)

 кОм

 кОм

Выбираем

: С2-23-0,125-1,2 кОм ± 10% -В

4.2.3 Расчёт элементов цепи стабилизации рабочей точки

а) Вычисляем сопротивления в цепях эмиттеров R3 и R4

 (76)

где - падение напряжения на сопротивлении R3, В

- коллекторный ток транзистора, мА.

=(0,15…0,2)Еп (77)

где Еп – напряжение источника питания, В. В данном курсовом проекте Еп =6В

=0,2 \* 6 = 1,2 В



Выбираем

: С2-23-0,125-1,2 кОм ± 10% -В

б) Определяем ток в цепи делителя смещения

Iд=(3…10)Iбо (78)

где Iбо – ток базы транзистора в точке покоя

 (79)



Iд=7 \* 14,2 = 0,1 мА

в) Определяем сопротивления резисторов делителей R1,R2 и R8,R7

 (80)



 *2*

PR1=(Iд+Iбо) \*R1 (81)

3

 2

-3

-3

PR1=(0,1\*10 +0,0142\*10 ) \*39\*10 =0,52 мВт

Выбираем

: С2-23-0,125-39 кОм ± 10% -В

 (82)

 

 2

PR1=Iд \*R2 (83)

 3

 2

-3

PR1=(0,1\*10 )\*15\*10 =0,14 мВт

Выбираем

: С2-23-0,125-15 кОм ± 10% -В

Список литературы

1. В.Ф.Баркан, В.К.Жданов, "Радиоприёмные устройства",

издательство "Советское радио", Москва 1978 г.

2. И.Ф.Белов, Е.В.Дрызго, Ю.И.Суханов "Справочник по бытовой приёмно- усилительной радиоаппаратуре".

3. Под редакцией Б.Л.Перельшина,"Справочник: транзисторы широкого применения", издательство "Радио и связь", Москва 1981 г.