**Аннотация**

В курсовой работе выполнено проектирование, построение и расчет элементов схемы автогенератора (гетеродина) супергетеродинного приемника радиовещательного диапазона.

Цель курсовой работы – разработать автогенератор супергетеродинного приемника на основе данных, указанных в техническом задании, произвести расчет узлов и компонентов гетеродина.

Результатом работы является принципиальная электрическая схема автогенератора, содержащая номинальные значения всех элементов устройства.

**Содержание**

[Введение 2](#_Toc119230444)

[Исходные данные для расчета гетеродина 4](#_Toc119230445)

[1 Теоретическая часть 5](#_Toc119230446)

[2 Структурная схема гетеродина 6](#_Toc119230447)

[2.1 Выбор схемы гетеродина 8](#_Toc119230448)

[2.2 Выбор транзистора гетеродина 9](#_Toc119230449)

[3 Расчет контура гетеродина 10](#_Toc119230450)

[4 Расчет режима работы гетеродина 12](#_Toc119230451)

[4.1 Расчет сопротивлений резисторов делителя 13](#_Toc119230452)

[4.2 Расчет сопротивления ненагруженного контура 13](#_Toc119230453)

[4.3 Расчет коэффициентов связи контура с цепью транзистора 14](#_Toc119230454)

# Введение

В транзисторных приемниках супергетеродинного типа используются различные типы гетеродинов, обеспечивающих перекрытие заданного диапазона частот, требуемую амплитуду выходного напряжения и достаточную стабильность частоты генерируемых колебаний.

В приемниках радиовещательных диапазонов применяются гетеродины с трансформаторной и автотрансформаторной обратной связью, т.к. катушка контура для этих диапазонов волн имеет сравнительно большое число витков и, применяя неполное включение контура, можно установить необходимую связь последнего со входом и выходом транзистора. Необходимая положительная обратная связь достигается выбором соответствующей связи между катушками и трансформатором.

# Исходные данные для расчета гетеродина

Рассчитать элементы схемы автогенератора (гетеродина) супергетеродинного приемника радиовещательного диапазона с параметрами, заданными в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные данные

|  |  |
| --- | --- |
| Напряжение источника питания | 12 В |
| Диапазон рабочих частот | 525 кГц - 1605 кГц |
| Промежуточная частота | 465 кГц |

# 1 Теоретическая часть

Гетеродин - маломощный генератор электрических колебаний, применяемый для преобразования частот сигнала в супергетеродинных радиоприёмниках, приёмниках прямого преобразования, волномерах и пр.

Гетеродин создаёт колебания вспомогательной частоты, которые в блоке смесителя смешиваются с поступающими извне колебаниями высокой частоты. В результате смешения двух частот, входной и гетеродина, образуются ещё две частоты (суммарная и разностная). Разностная частота используется как промежуточная частота, на которой происходит основное усиление сигнала.

К гетеродинам устанавливаются высокие требования по стабильности частоты и амплитуды, а также спектральной чистоте гармонических колебаний. Чем выше эти требования, тем сложнее конструктивное исполнение гетеродина: стабилизируют напряжение питания, применяют сложные схемы, исключающие влияние внешних факторов на частоту генератора, компоненты со специальными свойствами, гетеродин помещают в термостат, используют системы автоматической подстройки частоты и т. д. Если гетеродин работает на фиксированной частоте, применяют стабилизацию с помощью кварцевого резонатора. В современной радиоаппаратуре в качестве перестраиваемых гетеродинов всё чаще применяют цифровой синтезатор частоты, который обладает главным преимуществом: стабильность частоты гетеродина зависит только от стабильности частоты опорного генератора.

# 2 Структурная схема гетеродина

Структурная схема предназначена для описания принципа работы устройства и его состава в общем виде. На схеме изображают все основные функциональные части изделия и взаимосвязи между ними. Рассмотрим структурную схему супергетеродинного приемника (см. рисунок 1).

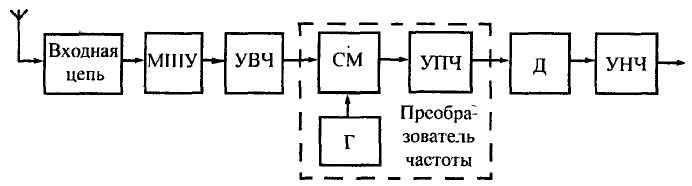


Рисунок 1 - Структурная схема суперегетеродинного приемника

Радиосигнал из антенны подаётся на входную цепь (ВЦ), затем на вход усилителя радиочастоты (УРЧ), а затем на вход смесителя (С) -- специального элемента с двумя входами и одним выходом, осуществляющего операцию преобразования сигнала по частоте. На второй вход смесителя подаётся сигнал с локального маломощного генератора высокой частоты -- гетеродина (Г). Колебательный контур гетеродина перестраивается одновременно с входным контуром смесителя -- обычно конденсатором переменной ёмкости (КПЕ). Таким образом, на выходе смесителя образуются сигналы с частотой, равной сумме и разности частот гетеродина и принимаемой радиостанции. Разностный сигнал постоянной промежуточной частоты выделяется с помощью полосового фильтра и усиливается в усилителе промежуточной частоты (УПЧ), после чего поступает на фильтр сосредоточенной селекции (ФСС), а затем на демодулятор (Д), восстанавливающий сигнал низкой (звуковой) частоты. Усилитель звуковой частоты (УЗЧ) усиливает звуковой сигнал, который подается на акустическую систему (Гр).

Таким образом, к расчету схемы гетеродина необходимо приступать после проектирования входной цепи и УВЧ.

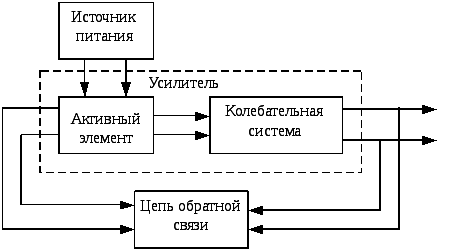


Рисунок 2 - Структурная схема гетеродина

## 2.1 Выбор схемы гетеродина

Схему гетеродина выбирают, исходя из заданного диапазона частот . В приемниках радиовещательных диапазонов обычно применяются гетеродины с трансформаторной (см. рисунок 3) обратной связью, т.к. катушка контура для этих диапазонов волн имеет сравнительно большое число витков и, применяя неполное включение контура, можно установить необходимую связь последнего со входом и выходом транзистора. Необходимая положительная обратная связь достигается выбором соответствующей связи между катушками и трансформатором.

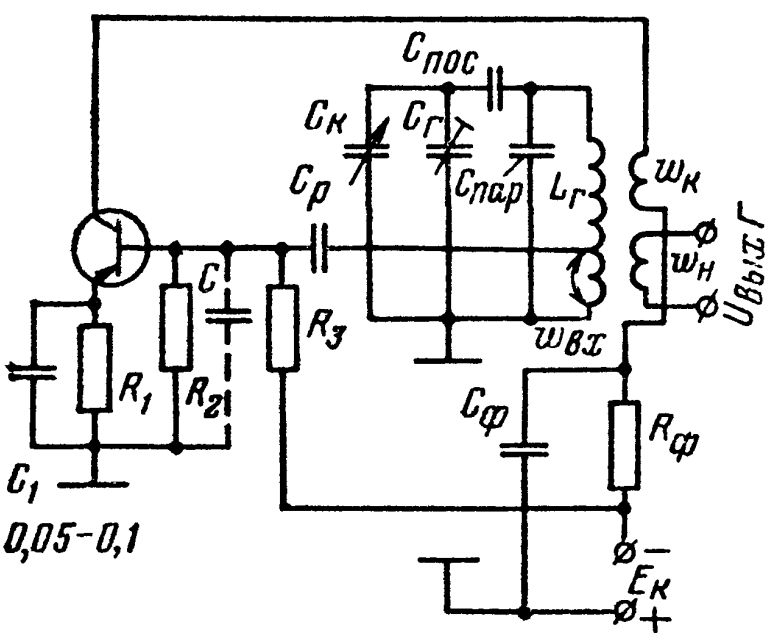


Рисунок 3 - Принципиальная схема гетеродина

Конденсатор переменной емкости (конденсатор настройки) в контуре гетеродина берется такой же, как и в контурах высокой частоты, что позволяет использовать для гетеродина одну из секций блока переменных конденсаторов.

В этом случае при перестройке приемника на различные частоты диапазона емкости контуров гетеродина и высокой частоты будут изменяться одинаково, а резонансные частоты контуров высокой частоты, настраиваемых на частоту принимаемого сигнала , и резонансная частота контура гетеродина, настраиваемого на частоту гетеродина , должны изменяться в различное число раз, т.к. коэффициент перекрытия диапазона приемника отличается от коэффициента перекрытия диапазона гетеродина .

Для того, чтобы при одинаковом изменении емкости конденсатора настройки в контуре гетеродина и контурах высокой частоты обеспечить с достаточной точностью постоянство промежуточной частоты , производится сопряжение настройки контуров гетеродина и высокой частоты. Для этого в контур гетеродина параллельно и последовательно с конденсатором для настройки включают дополнительный конденсаторы и . При этом сопряжение получается только в трех точках диапазона (в начале, середине и конце), а на остальных участках ошибка сопряжения остается в допустимых пределах.

## 2.2 Выбор транзистора гетеродина

В гетеродинах тип транзистора выбирается по предельной частоте:

*.* В этих схемах используются сравнительно высокочастотные маломощные транзисторы. На основе исходных данных получаем, что

, поэтому выберем транзистор КТ375Б, предельная частота которого составляет .

# 3 Расчет контура гетеродина

Расчет гетеродина после выбора схемы целесообразно начать с расчета его контура. Контуры высокой частоты должны (входной цепи и УВЧ) быть уже рассчитаны. На рисунке 4 показана связь входного контура и контура гетеродина.

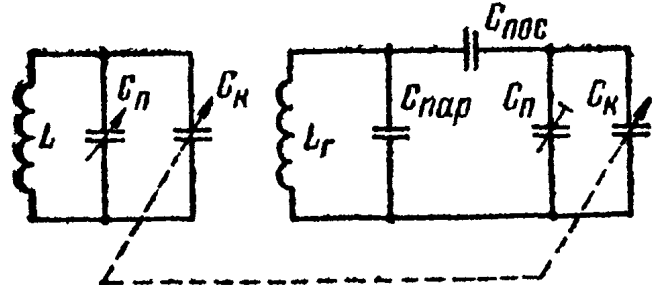


Рисунок 4 - Связь входного контура и контура гетеродина

Конденсаторы и в контуре гетеродина выбираются в соответствии с аналогичными конденсаторами во входном контуре.

Диапазон перекрытия приемника .

Диапазон перекрытия гетеродина

Диапазоны перекрытия приемника и гетеродина отличаются, что вызывает погрешность сопряжения при настройке, поэтому необходимы три точки сопряжения:

Примем пределы изменения емкости конденсатора настройки , емкость конденсатора Для нахождения емкостей конденсаторов и рассчитаем вспомогательные величины:

Тогда ;

Рассчитаем минимальную и максимальную емкости контура, соответствующие минимальной и максимальной частотам настройки гетеродина. Проверим правильность расчета, определив диапазон перекрытия гетеродина.

Сравним полученный диапазон перекрытия гетеродина с требуемым:

Расхождение значений не превышает процента. Рассчитаем индуктивность контура гетеродина:

# 4 Расчет режима работы гетеродина

Из спецификации транзистора КТ375Б имеем:

Таблица 2 - Характеристика транзистора КТ375Б

|  |  |
| --- | --- |
| Крутизна | 35 |
| Коллекторный ток покоя | 5 мА |
| Напряжение коллектор-эмиттер покоя | 10 В |
| Сопротивление резистора | 300 Ом |

На характеристиках транзистора (см. рисунок 5) точке покоя соответствует ток базы , напряжение .

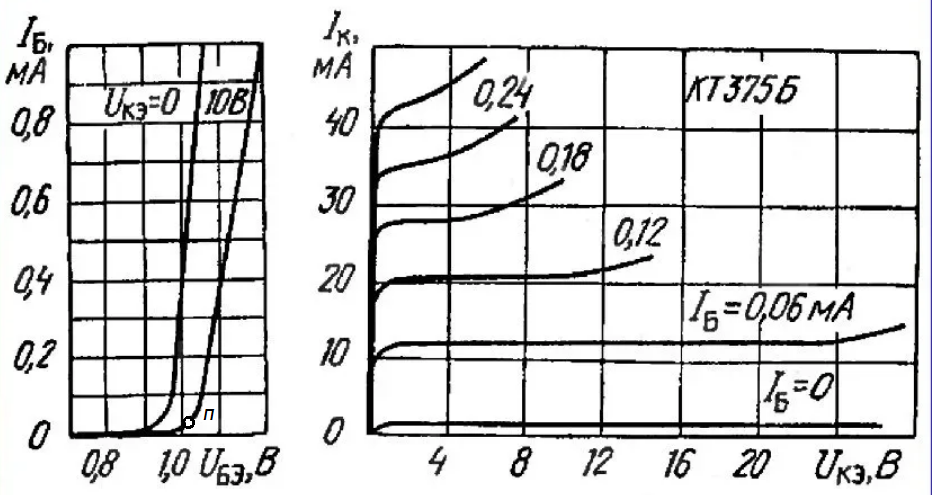


Рисунок 5 - Характеристики транзистора КТ375Б с общим эмиттером

## 4.1 Расчет сопротивлений резисторов делителя

Ток делителя

Тогда сопротивление резисторов делителей

;

## 4.2 Расчет сопротивления ненагруженного контура

Если поместить катушку в броневой сердечник типа СБ-12а с добротностью , то получим

Так как в данной схеме транзистор включен по схеме с общим эмиттером, то будем считать сопротивление нагруженного контура равны сопротивлениями ненагруженного контура. , .

## 4.3 Расчет коэффициентов связи контура с цепью транзистора

Режим работы транзистора выбирают таким, чтобы гетеродин работал в недонапряженном режиме. Это требование обусловлено тем, что в режиме насыщения выходное сопротивление транзистора очень мало и оно сильно шунтирует контур, в результате чего резко снижается добротность контура и стабильность частоты колебаний.

Для получения недонапряженного режима необходимо, чтобы амплитуда переменного коллекторного напряжения была заметно меньше этого напряжения в режиме покоя:

Выбрав найдем коэффициент связи контура с коллекторной цепью транзистора:

Для самовозбуждения гетеродина необходимо, чтобы коэффициент включения контура во входную цепь удовлетворял условию:

Коэффициент связи контура с нагрузкой:

Где – амплитуда выходного напряжения гетеродина, подаваемого на вход смесителя.