



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

НА ТЕМУ:

**Расчет автогенератора (гетеродина) супергетеродинного
приемника радиовещательного диапазона**

Студент ИУ8-51
(Группа)

И.С.Котов
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Руководитель курсовой работы

Н.В.Ковынёв
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Москва, 2022

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИУ-8
(Индекс)
_____ М.А.Басараб
(И.О.Фамилия)
« _____ » сентября 2022 г.

З А Д А Н И Е
на выполнение курсовой работы

по дисциплине _____ Электроника и схемотехника

Студент группы ИУ8-51

_____ Котов И.С.
(Фамилия, имя, отчество)

Тема курсовой работы Расчет автогенератора (гетеродина) супергетеродинного приемника радиовещательного диапазона.

Направленность КР (учебная, исследовательская, практическая, производственная, др.)
_____ учебная

Источник тематики (кафедра, предприятие, НИР) _____ кафедра

График выполнения КР: 25% к 4 нед., 50% к 7 нед., 75% к 10 нед., 100% к 14 нед.

Техническое задание рассчитать элементы схемы автогенератора (гетеродина) супергетеродинного приемника радиовещательного диапазона со следующими параметрами: напряжение источника питания $U_{пит.}=12В$; диапазон рабочих частот $f_{мин}=525кГц$, $f_{макс}=1605 кГц$; промежуточная частота $f_{пр}=465 кГц$.

Оформление курсовой работы:

Расчетно-пояснительная записка на 20 листах формата А4.

Перечень графического (иллюстративного) материала (чертежи, плакаты, слайды и т.п.)

1.Схема электрическая функциональная

2.Схема электрическая принципиальная

Дата выдачи задания « 10 » сентября 2022 г.

Руководитель курсовой работы

_____ Н.В. Ковынёв
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Студент

_____ И.С. Котов
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Примечание: Задание оформляется в двух экземплярах: один выдается студенту, второй хранится на кафедре.

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 | 5 |
| Исходные данные для расчета гетеродина | 6 |
| 1 Теоретическая часть..... | 7 |
| 2 Функциональная схема гетеродина..... | 8 |
| 2.1 Выбор схемы гетеродина..... | 10 |
| 2.2 Выбор транзистора гетеродина | 11 |
| 3 Расчет контура гетеродина | 12 |
| 4 Расчет режима работы гетеродина | 14 |
| 4.1 Расчет сопротивлений резисторов делителя | 15 |
| 4.2 Расчет сопротивления ненагруженного контура..... | 15 |
| 4.3 Расчет коэффициентов связи контура с цепью транзистора | 16 |
| 4.4 Расчет сопротивления, вносимого в контур | 17 |
| 4.5 Расчет числа витков катушки контура..... | 17 |
| 4.6 Расчет емкости разделительного конденсатора | 17 |
| 4.7 Расчет коллекторной цепи транзистора..... | 18 |
| 5 Моделирование работы гетеродина в среде Multisim..... | 19 |
| Заключение | 21 |
| Список литературы | 22 |
| Приложение 1. Функциональная схема гетеродина..... | 23 |
| Приложение 2. Принципиальная электрическая схема..... | 24 |
| Приложение 3. Спецификация | 25 |

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 $U_{\text{пит}}$ | 12 В |
| Диапазон рабочих частот $f_{\text{мин}} - f_{\text{макс}}$ | 525 кГц - 1605 кГц |
| Промежуточная частота $f_{\text{пр}}$ | 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, исключаящие 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 Функциональная 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).

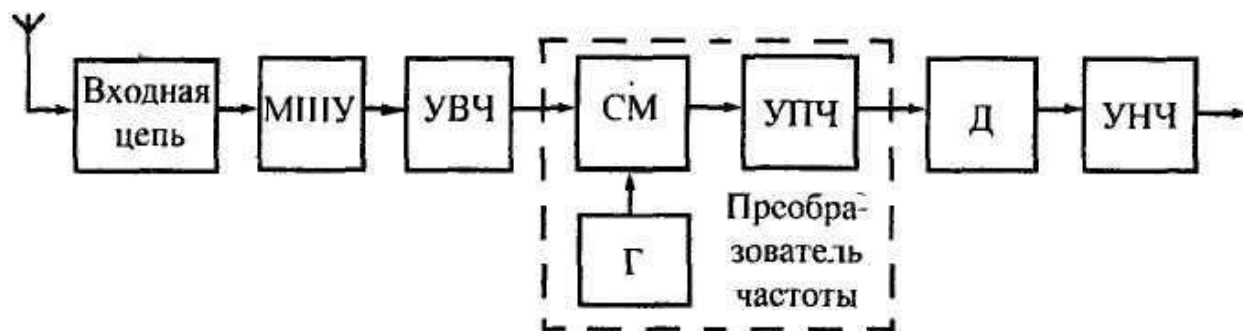


Рисунок 1 - Функциональная схема супергетеродинного приемника

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 приступить после проектирования входной цепи и УВЧ.

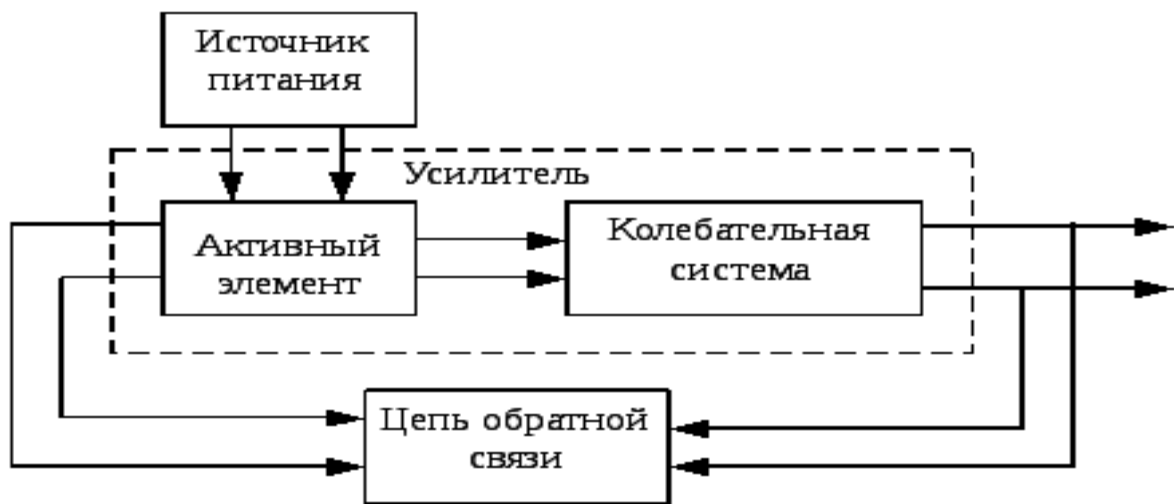


Рисунок 2 – Функциональная схема гетеродина

При подключении колебательной системы к источнику питания в ней возникают электрические колебания. Для поддержания незатухающих колебаний используется активный элемент, регулирующий поступление энергии от источника питания в контур. Для согласования активного элемента по амплитуде, фазе и частоте колебаний с соответствующими параметрами колебательной системы применяются цепи обратной связи.

2.1 Выбор схемы гетеродина

Схему гетеродина выбирают, исходя из заданного диапазона частот f_{\min} — f_{\max} . 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.

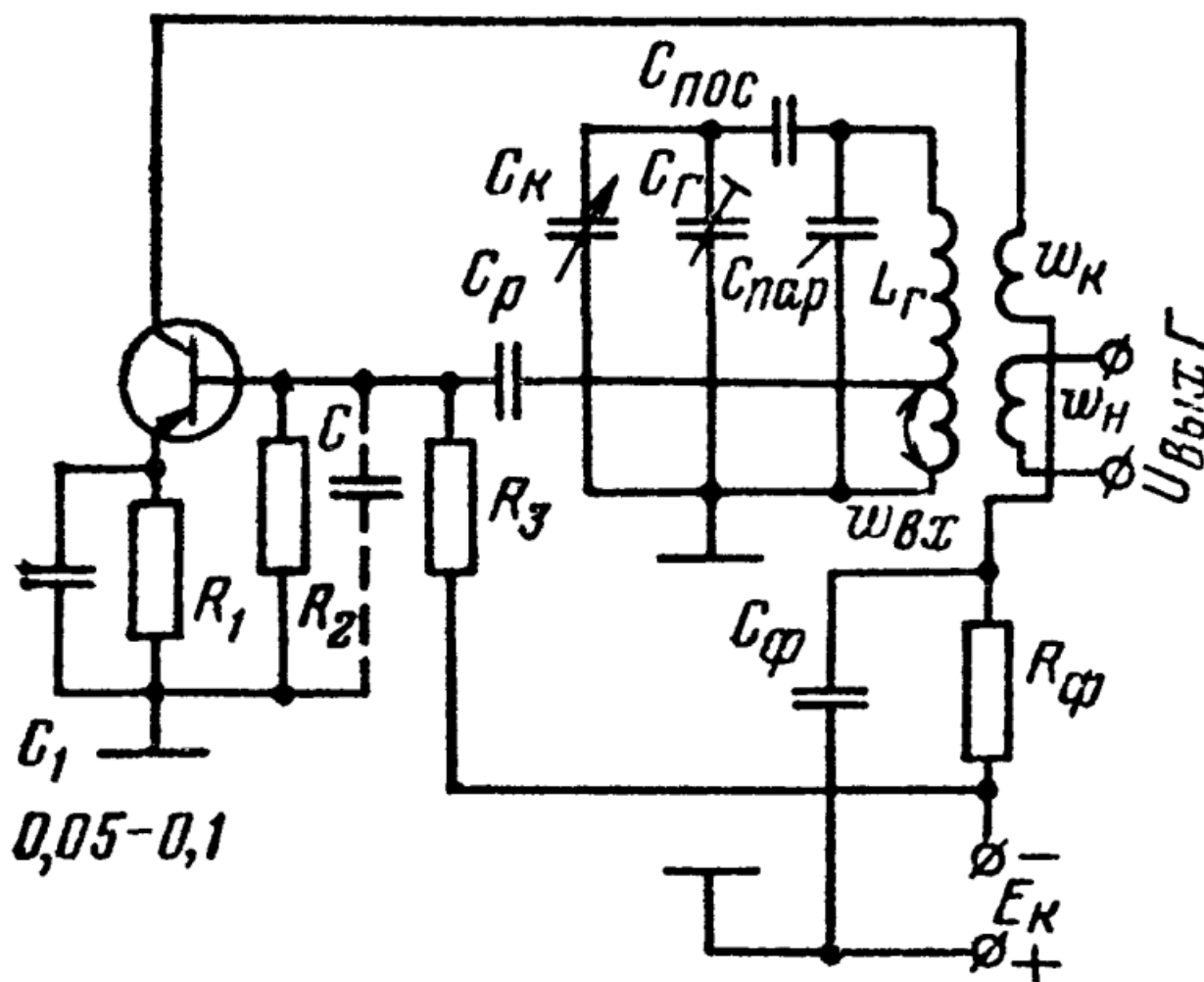


Рисунок 3 - Принципиальная схема гетеродина

Конденсатор переменной емкости (конденсатор настройки) C_k 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 f_c , и резонансная частота контура гетеродина, настраиваемого на частоту гетеродина f_r , должны изменяться в разное число раз, т.к. коэффициент перекрытия диапазона приемника $K_d = \frac{f_{\max}}{f_{\min}}$ отличается от коэффициента перекрытия диапазона гетеродина $K_{дг} = \frac{f_{\max} + f_{\text{пр}}}{f_{\min} + f_{\text{пр}}}$.

Для того, чтобы при одинаковом изменении емкости конденсатора настройки в контуре гетеродина и контурах высокой частоты обеспечить с достаточной точностью постоянство промежуточной частоты $f_{\text{пр}} = f_r - f_c$, производится сопряжение настройки контуров гетеродина и высокой частоты. Для этого в контур гетеродина параллельно и последовательно с конденсатором для настройки включают дополнительные конденсаторы $C_{\text{пар}}$ и $C_{\text{пос}}$. 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:

$f_{\text{прт}} \geq f_{\max} + f_{\text{пр}}$. В этих схемах используются сравнительно высокочастотные маломощные транзисторы. На основе исходных данных получаем, что

$f_{\text{прт}} \geq 1605 + 405 = 2010 \text{ кГц}$, поэтому выберем транзистор КТ375Б, предельная частота которого составляет 250000 кГц.

3 Расчет контура гетеродина

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

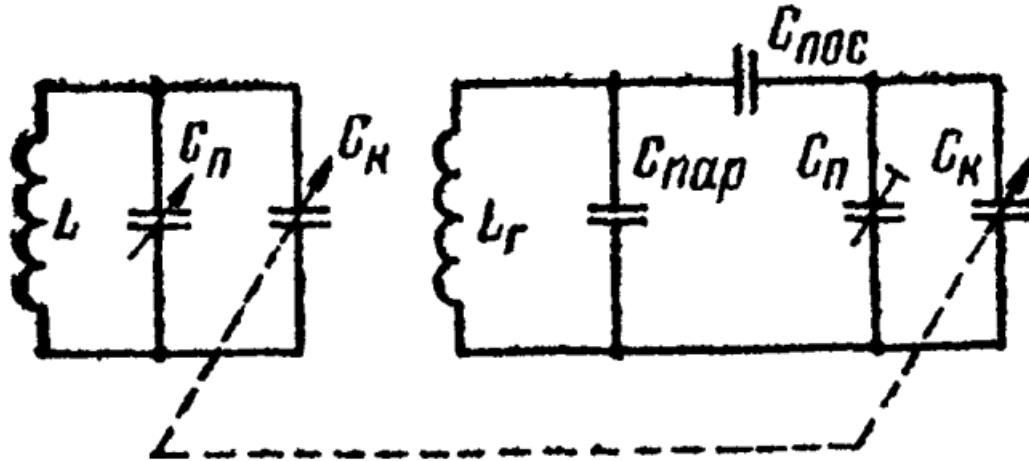


Рисунок 4 - Связь входного контура и контура гетеродина

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

$$\text{Диапазон перекрытия приемника } K_d = \frac{f_{\text{макс}}}{f_{\text{мин}}} = \frac{1605}{525} = 3,06.$$

$$\text{Диапазон перекрытия гетеродина } K_{дг} = \frac{f_{\text{макс}} + f_{\text{пр}}}{f_{\text{мин}} + f_{\text{пр}}} = \frac{1605 + 465}{525 + 465} = 2,09$$

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

$$f_1 = f_{\text{мин}} * K_d^{0,067} = 525 * 3,06^{0,067} = 565,8 \text{ кГц}$$

$$f_2 = f_{\text{мин}} * K_d^{0,5} = 525 * 3,06^{0,5} = 917,9 \text{ кГц}$$

$$f_3 = f_{\text{мин}} * K_d^{0,933} = 525 * 3,06^{0,933} = 1489,2 \text{ кГц}$$

Примем пределы изменения емкости конденсатора настройки $C_K = 10 \div 490$ пФ, емкость конденсатора $C_{\Pi} = 45$ пФ. Для нахождения емкостей конденсаторов $C_{\text{пар}}$ и $C_{\text{пос}}$ рассчитаем вспомогательные величины:

$$a_1 = \frac{f_1 + f_2 + f_3}{f_{\text{мин}}} = \frac{565,8 + 917,9 + 1489,2}{525} = 5,6$$

$$a_2 = \frac{f_1 * f_2 + f_2 * f_3 + f_1 * f_3}{f_{\text{мин}}^2} =$$

$$= \frac{565,8 * 917,9 + 917,9 * 1489,2 + 565,8 * 1489,2}{525^2} = 9,9$$

$$a_3 = \frac{f_1 * f_2 * f_3}{f_{\text{мин}}^3} = \frac{565,8 * 917,9 * 1489,2}{525^3} = 5,3$$

$$a_4 = \frac{f_{\text{пр}}}{f_{\text{мин}}} = \frac{465}{525} = 0,88$$

$$a_5 = a_1 + 2 * a_4 = 5,6 + 2 * 0,88 = 7,36$$

$$a_6 = \frac{0,5 * (a_2 * a_5 - a_3)}{a_4} = \frac{0,5 * (9,9 * 7,36 - 5,3)}{0,88} = 38,4$$

$$a_7 = a_1 * a_5 + a_4^2 - a_2 + a_6 = 5,6 * 7,36 + 0,88^2 - 9,9 + 38,4 = 71,5$$

$$a_8 = \frac{a_4^2 * a_6 + a_3 * a_5}{a_7} = \frac{0,88^2 * 38,4 + 5,3 * 7,36}{71,5} = 0,96$$

$$a_9 = \frac{(C_{K \text{ мин}} + C_{\Pi}) * K_{\text{д}}^2}{a_6} = \frac{(10 + 45) * 3,06^2}{38,4} = 13,4 \text{ пФ}$$

$$\text{Тогда } C_{\text{пос}} = \frac{(C_{K \text{ мин}} + C_{\Pi}) * K_{\text{д}}^2}{a_8} = \frac{(10 + 45) * 3,06^2}{0,96} = 536,5 \text{ пФ};$$

$$C_{\text{пар}} = \frac{C_{\text{пос}} * a_9}{C_{\text{пос}} - a_9} = \frac{536,5 * 13,4}{536,5 - 13,4} = 13,7 \text{ пФ}$$

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

$$C_{Г\text{ мин}} = \frac{C_{\text{пос}}(C_{К\text{ мин}} + C_{\text{п}})}{C_{\text{пос}} + C_{К\text{ мин}} + C_{\text{п}}} + C_{\text{пар}} = \frac{536,5(10 + 45)}{536,5 + 10 + 45} + 13,7 = 63,5 \text{ пФ}$$

$$C_{Г\text{ макс}} = \frac{C_{\text{пос}}(C_{К\text{ макс}} + C_{\text{п}})}{C_{\text{пос}} + C_{К\text{ макс}} + C_{\text{п}}} + C_{\text{пар}} = \frac{536,5(490 + 45)}{536,5 + 490 + 45} + 13,7 = 280 \text{ пФ}$$

Сравним полученный диапазон перекрытия гетеродина с требуемым:

$$K_{ДГР} = \sqrt{\frac{C_{Г\text{ макс}}}{C_{Г\text{ мин}}}} = \sqrt{\frac{280}{63,5}} = 2,1$$

$$\frac{|K_{ДГР} - K_{ДГ}|}{K_{ДГ} - 1} = \frac{2,1 - 2,09}{2,09 - 1} = 0,009$$

Расхождение значений не превышает процента. Рассчитаем индуктивность контура гетеродина:

$$L = \frac{1}{(2\pi f_{\text{макс}})^2 * C_{Г\text{ мин}}} = \frac{1}{(2\pi * 1605000)^2 * 63,5 * 10^{-12}} = 155 \text{ мкГн}$$

4 Расчет режима работы гетеродина

Из спецификации транзистора КТ375Б имеем:

Таблица 2 - Характеристика транзистора КТ375Б

| | |
|--|---------------------------------|
| Крутизна S_{φ} | $35 \frac{\text{мА}}{\text{В}}$ |
| Коллекторный ток покоя $I_{КП}$ | 5 мА |
| Напряжение коллектор-эмиттер покоя $U_{КЭП}$ | 10 В |
| Сопротивление резистора R_1 | 300 Ом |

На характеристиках транзистора (см. рисунок 5) точке покоя соответствует ток базы $I_{БП} \approx 30 \text{ мкА}$, напряжение $U_{БЭП} = 1,03 \text{ В}$.

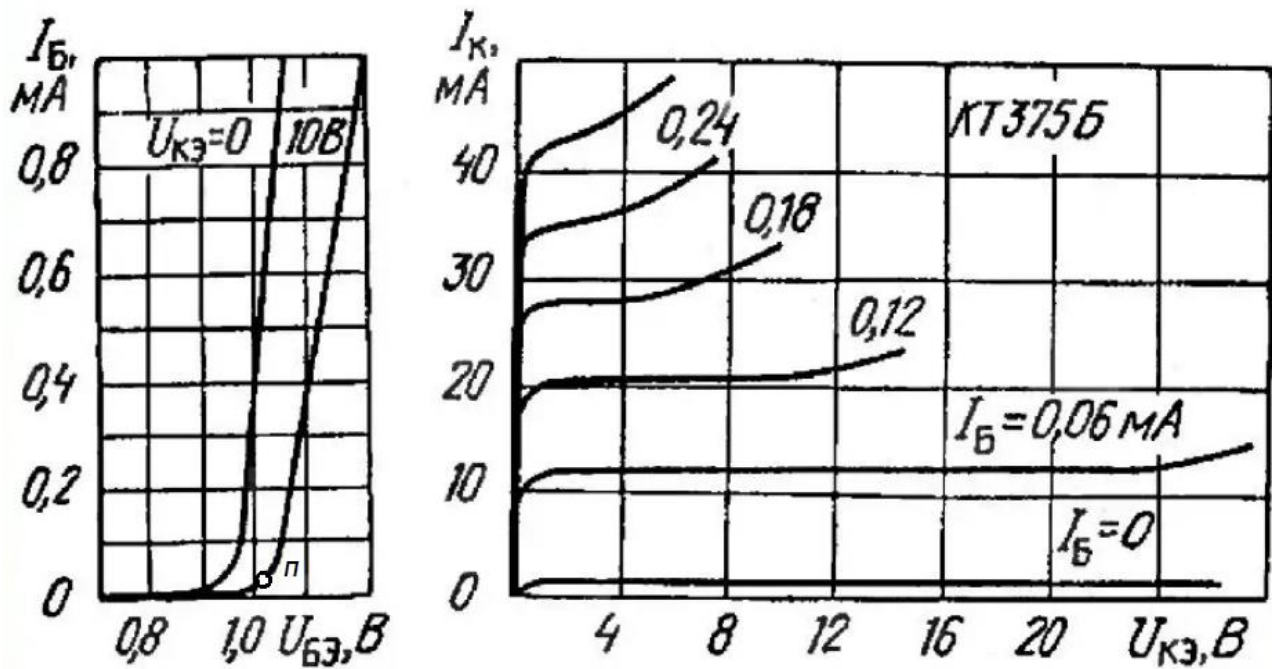


Рисунок 5 - Характеристики транзистора КТ375Б с общим эмиттером

4.1 Расчет сопротивлений резисторов делителя

Ток делителя $I_{\text{дел}} = (5 \div 10)I_{\text{бп}} = (5 \div 10) * 30 = 150 \div 300 \text{ мкА}$

Тогда сопротивление резисторов делителей

$$R_2 = \frac{U_2}{I_{\text{дел}}} = \frac{I_{\text{эп}}R_1 + U_{\text{бэп}}}{I_{\text{дел}}} \approx \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 300 + 1,03}{150 \cdot 10^{-6}} \approx 6,8 \text{ кОм};$$

$$R_3 = \frac{U_{\text{пит}} - I_{\text{дел}}R_2}{I_{\text{дел}} + I_{\text{бп}}} \approx \frac{12 - 150 \cdot 10^{-6} \cdot 6,8 \cdot 10^{-3}}{(150 + 30)10^{-6}} \approx 41 \text{ кОм}$$

4.2 Расчет сопротивления ненагруженного контура

Если поместить катушку в броневой сердечник типа СБ-12а с добротностью $Q_H = Q_B = 75$, то получим

$$R_{\text{хн}} = 2\pi f_{\text{Г мин}} Q_H L_{\text{Г}} = 2\pi * 990 * 10^3 * 75 * 155 * 10^{-6} = 70 \text{ кОм}$$

$$R_{\text{хв}} = 2\pi f_{\text{Г макс}} Q_H L_{\text{Г}} = 2\pi * 2070 * 10^3 * 75 * 155 * 10^{-6} = 146 \text{ кОм}$$

Так как в данной схеме транзистор включен по схеме с общим эмиттером, то будем считать сопротивление нагруженного контура равны сопротивлениям ненагруженного контура. $R_{кн} = R_{хн} = 70 \text{ кОм}$, $R_{кв} = R_{хв} = 146 \text{ кОм}$.

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: $\gamma = \frac{U_{кэп}}{U_{кн}} \geq 1,5 \div 3$.

Выбрав $\gamma = 2$ найдем коэффициент связи контура с коллекторной цепью транзистора: $p_k = \sqrt{\frac{U_{кэ0}}{2I_{кп}R_{кв}\gamma}} = \sqrt{\frac{10}{2 * 5 * 10^{-3} * 146 * 10^3 * 2}} \approx 0,06$

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

$$p_{вх} \geq \frac{2 \div 4}{S_{\varepsilon} R_{кн} p_k} = \frac{2 \div 4}{35 * 10^{-3} * 70 * 10^3 * 0,06} \approx 0,014 \div 0,028$$

Коэффициент связи контура с нагрузкой:

$$p_n = \frac{U_r}{2I_{кп}R_{кн}p_k} = \frac{0,15}{2 * 5 * 10^{-3} * 70 * 10^3 * 0,06} \approx 0,004$$

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

4.4 Расчет сопротивления, вносимого в контур

Найдем входное сопротивление гетеродина:

$$R_{\text{вх Г}} = \frac{R_2 R_3 R_{\text{вх Э}}}{R_2 R_{\text{вх Э}} + R_3 R_{\text{вх Э}} + R_2 R_3} = \frac{6,8 * 41 * 0,6}{6,8 * 0,6 + 41 * 0,6 + 6,8 * 41} = 0,5 \text{ кОм}$$

$$R_{\text{вн}} = \frac{R_{\text{н}} R_{\text{вх Г}}}{R_{\text{н}} p_{\text{н}}^2 + R_{\text{вх Г}} p_{\text{вх}}^2} = \frac{40 * 0,5}{40 * 0,004^2 + 0,5 * 0,014^2} \approx 204 \text{ кОм}$$

Где $R_{\text{н}}$ – сопротивление нагрузки, равное входному сопротивлению смесителю.

4.5 Расчет числа витков катушки контура

Для катушек в броневых сердечниках число витков вычисляется по формуле: $\omega = K\sqrt{L}$, где L – индуктивность катушки гетеродина (в мкГн), K – постоянный коэффициент, значение которого зависит от типа катушки. Для катушки в сердечнике типа СБ-12а $K = 7$, тогда $\omega = K\sqrt{L} = 7\sqrt{155} \approx 86$ витков.

Для получения $p_{\text{вх}} = 0,014$ от катушки контура необходимо сделать отвод ко входу транзистора $\omega_{\text{вх}} = \omega p_{\text{вх}} = 86 * 0,014 \approx 1$ виток. Число витков катушек связи с коллектором контура $\omega_{\text{к}} = \omega p_{\text{к}} = 86 * 0,06 \approx 5$ витков и нагрузкой $\omega_{\text{н}} = \omega p_{\text{н}} = 86 * 0,004 \approx 1$ виток.

4.6 Расчет емкости разделительного конденсатора

Желательно, чтобы разделительный конденсатор $C_{\text{р}}$ давала некоторый положительный фазовый сдвиг, что позволило бы в некоторых пределах скомпенсировать отрицательный фазовый сдвиг, обусловленный инерционными свойствами транзистора. В таком случае емкость $C_{\text{р}}$ рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{р}} = \frac{f_{\text{с}}}{2\pi R_{\text{вх Г}} f_{\text{Г макс}}^2} = \frac{22 * 10^6}{2\pi * 0,5 * 10^3 * (2,07 * 10^6)^2} \approx 1600 \text{ пФ}$$

$$\text{Где } f_{\text{с}} = \frac{f_{\text{пр Т}} h_{11\text{Э}}}{r_b' h_{21\text{Э}}} = \frac{250 * 600}{67 * 100} \approx 22 \text{ мГц}$$

4.7 Расчет коллекторной цепи транзистора

$$R_{\phi} = \frac{U_{\text{пит}} - U_{\text{кэп}}}{I_{\text{кп}}} = \frac{12 - 10}{5 * 10^{-3}} = 400 \text{ Ом}$$

$$C_{\phi} \geq \frac{10}{2\pi f_{\text{Г мин}} R_{\phi}} = \frac{10}{2\pi * 990 * 10^3 * 400} \approx 4000 \text{ пФ}$$

5 Моделирование работы гетеродина в среде Multisim

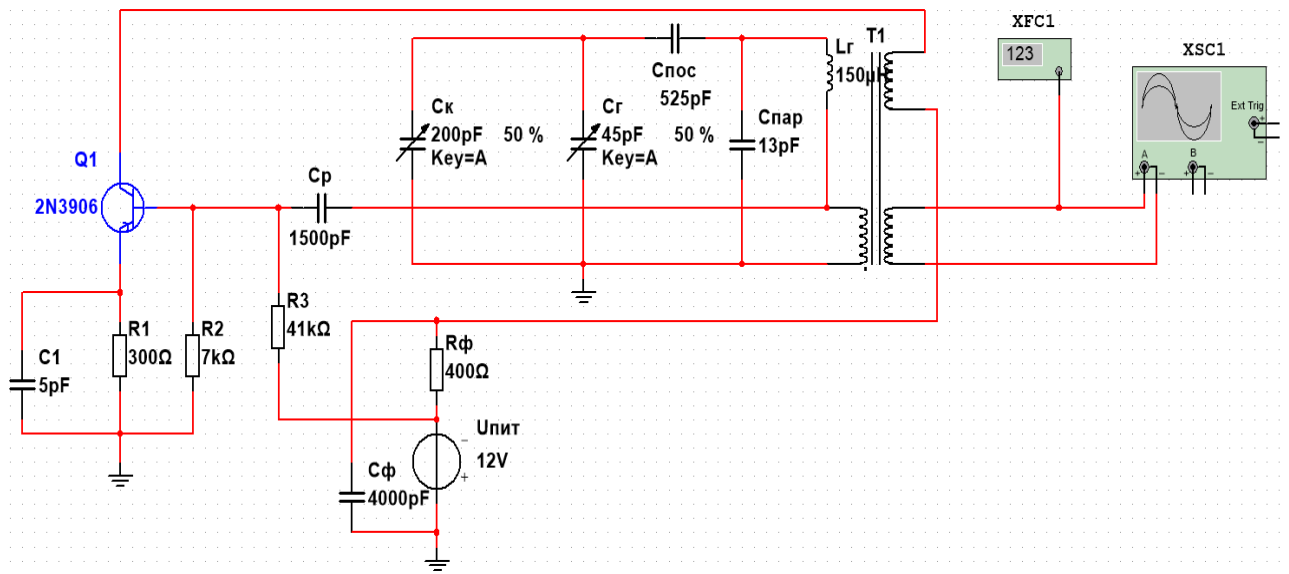


Рисунок 6 - Схема гетеродина в среде Multisim

На рисунке 6 представлена электрическая схема гетеродина, собранная в среде Multisim, к выходам вторичной обмотки катушки подключены осциллограф и частотомер для исследования полученной схемы.

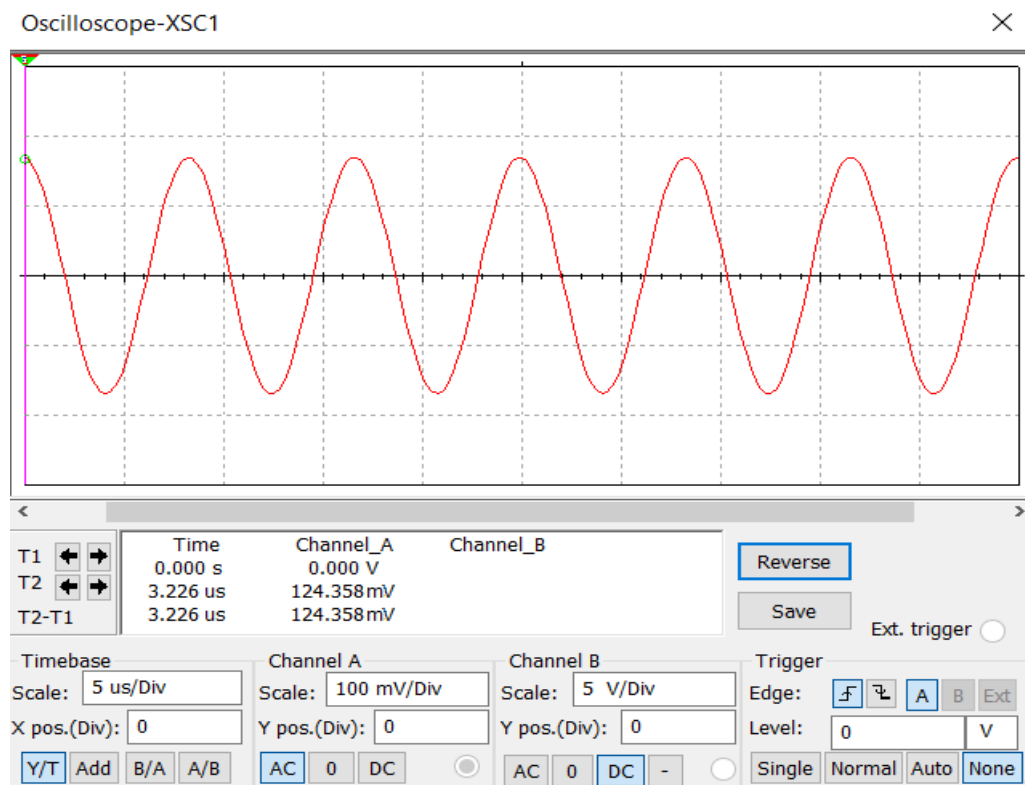


Рисунок 7 - Показания осциллографа

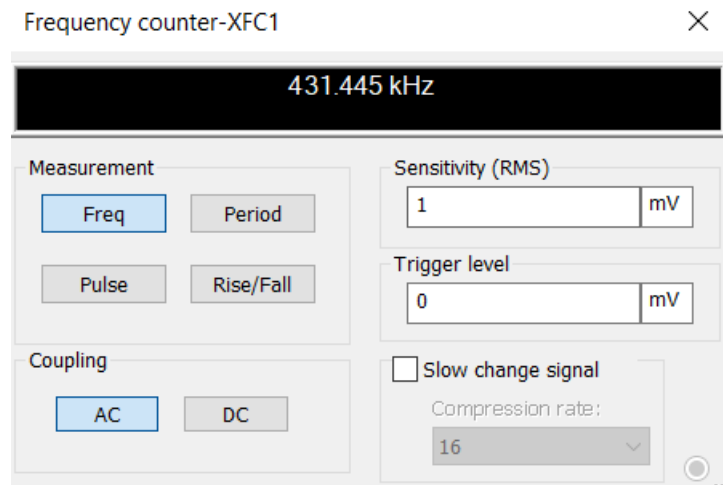


Рисунок 8 - Показания частотомера

На рисунках 7 и 8 показаны результаты моделирования схемы гетеродина. Полученные результаты имеют небольшое расхождение с полученными аналитическим расчетом значениями. Это объясняется отсутствием в среде Multisim соответствующих катушек и транзистора, использовавшихся при аналитическом расчете, которые были заменены на аналоги.

Заключение

В ходе выполнения курсовой работы были спроектированы и рассчитаны элементы схемы автогенератора (гетеродина) с трансформаторной обратной связью контура во входной цепи транзистора супергетеродинного приемника радиовещательного диапазона с учетом настройки контуров высокой частоты для обеспечения стабильности работы гетеродина.

Список литературы

1. Расчет электронных устройств на транзисторах / Бочаров Л.Н., Жебрыков С.К., Колесников И.Ф. – М.: Энергия, 1978. – 208 с., ил. – (массовая радиобиблиотека; Вып. 663).
2. М.А. Кузнецов; Р.С. Сенина «Пособие по проектированию. Радио приемники АМ, ОМ, ЧМ сигналов» Второе издание. СПб, 1999 год.
3. Конденсаторы: Справочник / И.И. Четвертков, М.Н. Дьяконов, В.И. Присняков и др.: Под ред. И.И. Четверткова, М.Н. Дьяконова. – М.: Радио и связь, 1993
4. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005

| Формат | | Зона | Поз. | Обозначение | | | Наименование | | | Кол. | Примечание | | | |
|--------------|--------------|---------|------|-------------|---------|------|--|--|--|------|------------|-----------|------|--------|
| | | | | | | | Резисторы | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | R1, Rф | | | МО- 50 300 Ом ± 5% | | | 2 | | | | |
| | | | | R2 | | | СТЗ- 19а 10кОм ± 10% | | | 1 | | | | |
| | | | | R3 | | | VishayY40250K0B9R 40кОм ± 10% | | | 1 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Конденсаторы | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | C1 | | | K10- 17Б 1пФ ± 10% | | | 1 | | | | |
| | | | | Qф | | | UHV- 3А- Tdk 4000пФ ± 10% | | | 1 | | | | |
| | | | | Qκ | | | K10- 7В 200пФ ± 10% | | | 1 | | | | |
| | | | | Cз | | | ВМ- 50 50пФ ± 10% | | | 1 | | | | |
| | | | | Отос | | | Vishay 715с20dt k50 500пФ ± 10% | | | 1 | | | | |
| | | | | Отар | | | K10- 17Б 10пФ ± 10% | | | 1 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Индуктивные элементы | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Lε | | | КИГ 0.1- 150 мкГн ± 10% | | | 1 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Транзисторы | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Q1 | | | КТ375Б | | | 1 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Источники питания | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Uпит | | | APV- 12- 12 12В | | | 1 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Име. Наполнл | Подл. и дата | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Изм. | Лист | Недокум | Подпись | Дата | | | | | | | | |
| | | Разраб. | | Котов ИС | | | Автогенератор супергетеродинного приемника | | | | | Литера | Лист | Листов |
| | | Пров. | | Ковыньев НВ | | | | | | | | у | 1 | 1 |
| Нач.отд. | | | | | | | | | | | | | | |
| Н.контр | | | | | | | | | | | | | | |
| Утв. | | | | | | | | | | | | | | |
| Копировал | | | | | | | | | | | | Формат А4 | | |