

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
«МАИ»

Факультет №14

Кафедра 406

Задание

на курсовой проект (курсовую работу) по
Устройствам генерирования и формирования сигналов

Студенту Константинову Константину Вячеславовичу

Учебной группы 14-402 Выдано _____ 20__ года

Срок защиты проекта _____ 20__ года

1.Тема проекта

РПУ связи

2.Исходные данные

1.Назначение устройства _____

2.Мощность 1 Вт

3.Диапазон волн (частот) 180 МГц ($\Delta f/f_0 = 10^{-5}$)

4.Характеристика сигналов подлежащих передаче ЧМ

5.Место установки носимая

6. _____

7. _____

8. _____

Руководитель проекта _____

Содержание:

Введение.....	3
Разработка структурной схемы.....	4
Расчёт выходного каскада.....	5
Расчёт режима работы выходного усилителя.....	5
Расчёт коллекторной цепи.....	6
Расчёт базовой цепи.....	7
Расчёт цепи питания и смещения.....	9
Расчёт выходной согласующей цепи.....	10
Расчёт предвыходного каскада.....	12
Расчёт режима работы предвыходного усилителя.....	12
Расчёт коллекторной цепи.....	13
Расчёт базовой цепи.....	14
Расчет цепи питания и смещения.....	16
Расчет согласующей цепи.....	17
Расчет кварцевого автогенератора.....	18
Список используемой литературы.....	19

Введение

В данной работе осуществляется проектирование радиопередающего устройства связи.

Назначение — организация связи между подвижными объектами путём передачи речевых сообщений по радиоканалу.

Так как разрабатываемое РПУ является носимым, то это накладывает ограничения на массогабаритные характеристики, энергопотребление.

Разработка структурной схемы

Проанализировав исходные данные технического задания, определим структурную схему и зададимся её параметрами.

Автогенератор формирует несущую частоту передатчика. Заданную стабильность частоты можно обеспечить только с помощью кварцевой стабилизации частоты. Следовательно, используем автогенератор с кварцевой стабилизацией частоты (КАГ).

Для повышения мощности КАГ до 1 Вт, как требуется в ТЗ, необходимо использовать не менее двух каскадов усиления мощности.

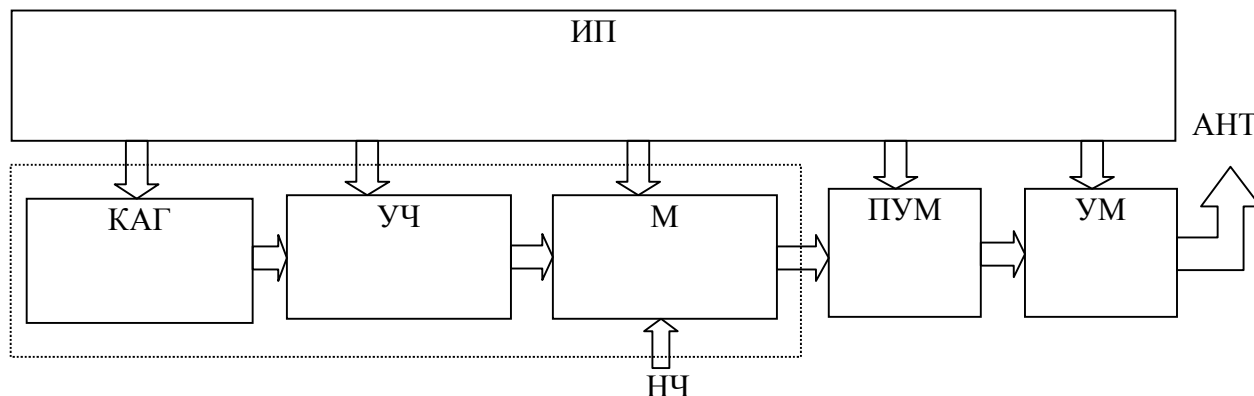
Заданную частоту 180 МГц (согласно ТЗ) можно получить, используя КАГ совместно с умножителем частоты (УЧ).

Для передачи полезной информации используем частотную модуляцию.

Для работы передатчика требуется источник питания, энергия которого преобразуется в энергию ВЧ колебаний.

Для согласования входных и выходных сопротивлений между устройствами в передатчике будем использовать согласующие цепи (СЦ), которые одновременно будут служить фильтрами.

Структурная схема проектируемого РПУ будет иметь следующий вид:



КАГ-кварцевый автогенератор; УЧ-умножитель частоты; М-модулятор; ПУМ-предварительный усилитель мощности; УМ-усилитель мощности; ИП-источник питания; АНТ-гнездо антенны; НЧ-гнездо источника низкочастотного сигнала

**Расчёт выходного каскада.
Расчёт режима работы выходного усилителя.**

Требуемая мощность транзистора $P_{\text{вых1}}$ определяется исходя из заданной мощности усилителя $P_{\text{вых}}$:

$$P_{\text{вых1}} = P_{\text{вых}} / \eta_{\text{к вых}}$$

, где $\eta_{\text{к вых}}$ — КПД выходной согласующей цепи усилителя
Для выходного каскада можно принять $\eta_{\text{к вых}}$ равным 0,8.

$$P_{\text{вых1}} = 1 \text{ Вт} / 0,8 = 1,25 \text{ Вт}$$

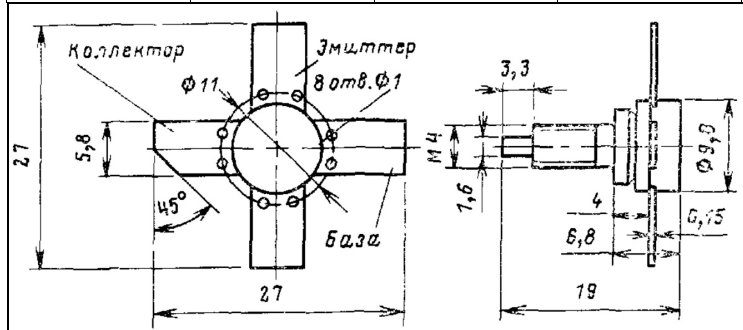
Транзистор должен удовлетворять условию:

$$\begin{aligned} f_{\text{раб}} &< 0,3f_{\text{гр}} \\ f_{\text{гр}} &> 3,3f_{\text{раб}} \\ f_{\text{гр}} &> 600 \text{ МГц} \end{aligned}$$

В качестве активного прибора выберем транзистор 2Т920Б:

Тип прибора	$h_{21э}$	U' , В	$S_{\text{гр}}$, см	$F_{\text{гр}}$, МГц	$C_{\text{к}}$, пФ	$C_{\text{ка}}$, пФ	$C_{\text{э}}$, пФ	$R_{\text{б}}$, Ом	$R_{\text{э}}$, Ом	$R_{\text{к}}$, Ом
2Т920Б	10-100	0,7	0,6	800	12-25	4,5	61-100	0,5	1,02	0,65

$L_{\text{б}}$, нГн	$L_{\text{э}}$, нГн	$L_{\text{к}}$, нГн	$P_{\text{доп}}$, Вт	$P_{\text{вых'}}$, Вт	K'_p	$U'_{\text{к0}}$, В
2,6	1,2	2,4	10	>7	6-12	12,6



Зададимся углом отсечки коллекторного тока. Он выбирается в пределах 70-90 градусов, для получения достаточно высокого электронного КПД.

Из пособия (1) выберем $\theta=90^\circ$ и сведём необходимые параметры в таблицу:

θ , град.	$\alpha_0(\theta)$	$\alpha_1(\theta)$	$\gamma_0(\theta)$	$\gamma_1(\theta)$	$g_1(\theta)$
90	0,319	0,5	0,319	0,5	1,57

Для расчёта режима транзистора мощного усилителя высокой частоты воспользуемся методикой, представленной в (1)

Расчёт коллекторной цепи

1. Напряженность граничного режима

$$P_{\text{вых1}} = 1,25 \text{ Вт}$$

$$\alpha_o = 0,319$$

$$S_{\text{гр}} = 0,6 \text{ См}$$

$$U_{\text{к0}} = 12,6 \text{ В}$$

$$\xi_{\text{гр}} := 0.5 + 0.5 \cdot \sqrt{1 - \frac{8 \cdot P_{\text{вых1}}}{\alpha_1 \cdot S_{\text{гр}} \cdot U_{\text{к0}}^2}} = 0,909$$

2. Амплитуда первой гармоники коллекторного напряжения и тока

$$U_{\text{к1}} = U_{\text{к0}} \cdot \xi_{\text{гр}}$$

$$U_{\text{к1}} = 11,45 \text{ В}$$

$$I_{\text{к1}} = (2 \cdot P_{\text{вых1}}) / U_{\text{к1}}$$

$$I_{\text{к1}} = 218,3 \text{ мА}$$

3. Постоянные составляющие коллекторного, базового и эмиттерного токов:

$$h_{21} = 40$$

$$g_1 = 1,57$$

$$I_{\text{к0}} = I_{\text{к1}} / g_1$$

$$I_{\text{к0}} = 139 \text{ мА}$$

$$I_{\text{Б0}} = I_{\text{к0}} / h_{21}$$

$$I_{\text{Б0}} = 3,4 \text{ мА}$$

$$I_{\text{Э0}} = I_{\text{к0}} + I_{\text{Б0}}$$

$$I_{\text{Э0}} = 142,4 \text{ мА}$$

4. Максимальная величина коллекторного тока

$$\alpha_o = 0,319$$

$$I_{\text{К МАКС}} = I_{\text{к0}} / \alpha_o$$

$$I_{\text{К МАКС}} = 435,7 \text{ мА} < 1 \text{ А}$$

5. Мощности, потребляемая от источника питания и рассеиваемая на коллекторе транзистора соответственно

$$P_O = I_{\text{к0}} \cdot U_{\text{к0}}$$

$$P_O = 1,75 \text{ Вт}$$

$$P_P = P_O - P_{\text{вых1}}$$

$$P_P = 0,5 \text{ Вт}$$

6. КПД коллекторной цепи

$$\eta_{\text{Э}} = P_{\text{вых1}} / P_O$$

$$\eta_{\text{Э}} = 0,71$$

7. Эквивалентное сопротивление коллекторной нагрузки

$$R_{\text{К1}} = U_{\text{к1}}^2 / 2 \cdot P_{\text{вых1}}$$

$$R_{\text{К1}} = 52,44 \text{ Ом}$$

Расчёт базовой цепи

1. Дополнительное сопротивление между базой и эмиттером.

$$F_{гр} = 800 \text{ МГц}$$

$$C_{эм} = 80 \text{ пФ}$$

$$R_{д} = h_{21} / 2 * \pi * F_{гр} * C_{эм}$$

$$R_{д} = 99,4 \text{ Ом}$$

2. Амплитуда базового тока

$$\gamma_1 = 0,5$$

$$\chi = 1 + 2 * \pi * F_{гр} * C_{эм} * R_{к1} * \gamma_1$$

$$\chi = 12,147$$

$$I_{б1} := I_{к1} \cdot \frac{\chi \cdot \sqrt{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{гр}} \right)^2}}{h_{21} \cdot \gamma_1}$$

$$I_{б1} = 1,2 \text{ А}$$

3. Максимальное обратное напряжение на эмиттерном переходе

$$U' = 0,7 \text{ В}$$

$$U_{бэмах} := I_{б1} \cdot \left[\frac{(1 - 0)R_{д}}{\sqrt{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{гр}} \right)^2}} \right] - U$$

$$U_{бэмакс} = 12,4 \text{ В} > U_{бдоп} \quad (U_{бдоп} = 4 \text{ В})$$

Следовательно необходимо уменьшить $R_{д}$

$$R_{д} \leq \sqrt{1 + \left(\frac{h_{21} \cdot f}{F_{гр}} \right)^2} * (|U_{бдоп}| + |U'|) / (1 + \cos(\theta)) * I_{б1}$$

$$R_{д} = 33 \text{ Ом} \leq 35 \text{ Ом}$$

При это необходимо включить параллельно $R_{д}$ дополнительную ёмкость $C_{д}$

$$C_{д} = h_{21э} / 2 * \pi * F_{гр} * R_{д} - C_{эм}$$

$$C_{д} = 161 \text{ пФ}$$

4. Напряжение смещения на эмиттерном переходе

$$\gamma_0 = 0,319$$

$$R_{б} = 0,5 \text{ Ом}$$

$$R_{э} = 1,02 \text{ Ом}$$

$$U_{б0} := \left[\frac{\gamma_0 \cdot R_{д} \cdot I_{б1}}{\sqrt{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{гр}} \right)^2}} \right] + U + I_{б0} \cdot r_{б} + I_{э0} \cdot r_{эм}$$

$$U_{б0} = - 0,546 \text{ В}$$

5. Активная и реактивная составляющая входного сопротивления транзистора

$$Z_{BX1} = r_{BX1} + j \cdot x_{BX1}$$

$$r_{BX1} = r_{BX} + \frac{R_{BX}}{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{TP}} \right)^2} \quad x_{BX1} = 2\pi \cdot f \cdot L_{BX} - \frac{R_{BX} \cdot \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{TP}} \right)}{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{TP}} \right)^2}$$

$$L_{\Theta M} := 1.2 \cdot 10^{-9} \quad L_{\sigma} := 2.6 \cdot 10^{-9}$$

$$L_{BX} := L_{\sigma} + \frac{L_{\Theta M}}{\chi}$$

$$L_{BX} = 2,7 \text{ нГн}$$

$$C_{Ka} := 4.5 \cdot 10^{-12}$$

$$r_{BX} := \left(\frac{1}{\chi} \right) \cdot \left[(1 + \gamma_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_{TP} \cdot C_{Ka} \cdot R_{K1}) \cdot r_{\sigma} + r_{\Theta M} + \gamma_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_{TP} \cdot L_{\Theta M} \right]$$

$$r_{BX} = \mathbf{0,398 \text{ Ом}}$$

$$R_{BX} := \left(\frac{1}{\chi} \right) \cdot \left[r_{\sigma} + (1 + \gamma_1 \cdot h_{21}) \cdot r_{\sigma} \right] - r_{BX} + R_{\pi} \cdot (1 - \gamma_1)$$

$$R_{BX} = \mathbf{17 \text{ Ом}}$$

$$r_{BX1} := r_{BX} + \frac{R_{BX}}{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{TP}} \right)^2}$$

$$r_{BX1} = \mathbf{0,605 \text{ Ом}}$$

$$x_{BX1} := 2\pi \cdot f \cdot L_{BX} - \frac{R_{BX} \cdot \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{TP}} \right)}{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{TP}} \right)^2}$$

$$x_{BX1} = \mathbf{1,186 \text{ Ом}}$$

6. Мощность возбуждения

$$P_{B1} := 0.5 \cdot I_{\sigma 1} \cdot r_{BX1}$$

$$P_{B1} = 363 \text{ мВт}$$

7. Коэффициент по мощности

$$K_p := \frac{P_{\text{ВЫХ1}}}{P_{\text{В1}}}$$

$$K_p = 3,442$$

Расчет цепи питания и смещения

Рассчитаем сопротивление автосмещения, определяющее смещение на базе транзистора. Значения $U_{\text{б0}}$ и $I_{\text{б0}}$ возьмем из режима расчета работы транзистора. Значение находим из соотношения:

$$R_a := \frac{U_{\text{б0}}}{I_{\text{б0}}}$$

$$R_a = 160,5 \text{ Ом}$$

Рассчитаем блокировочные элементы на цепи смещения:

$$\omega \cdot L_{\text{бл}} \gg r_{\text{вх1}}$$

$$L_{\text{бл}} := \frac{10 \cdot r_{\text{вх1}}}{2\pi \cdot f}$$

$$L_{\text{БЛ}} = 5,3 \text{ нГн}$$

$$\text{Примем } L_{\text{БЛ}} = 5,6 \text{ нГн}$$

Блокировочная емкость должна удовлетворять условию:

$$C_{\text{бл}} := \frac{50}{L_{\text{бл}} \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2}$$

$$C_{\text{БЛ}} = 6,98 \text{ нФ}$$

$$\text{Примем } C_{\text{БЛ}} = 8,2 \text{ нФ}$$

Рассчитаем блокировочные элементы на цепи питания

Блокировочная индуктивность:

$$L_{\text{бл1}} := \frac{10 \cdot R_{\text{к1}}}{2\pi \cdot f}$$

$$L_{\text{БЛ1}} = 463,6 \text{ нГн}$$

$$\text{Примем } L_{\text{БЛ1}} = 470 \text{ нГн}$$

Блокировочная емкость должна удовлетворять условию:

$$C_{\text{бл1}} := \frac{50}{L_{\text{бл1пр}} \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2}$$

$$C_{\text{БЛ1}} = 84 \text{ пФ}$$

$$\text{Примем } C_{\text{БЛ1}} = 91 \text{ пФ}$$

Разделительная емкость должна удовлетворять условию:

$$1/(\omega \cdot C_p) \ll R_{K1}$$

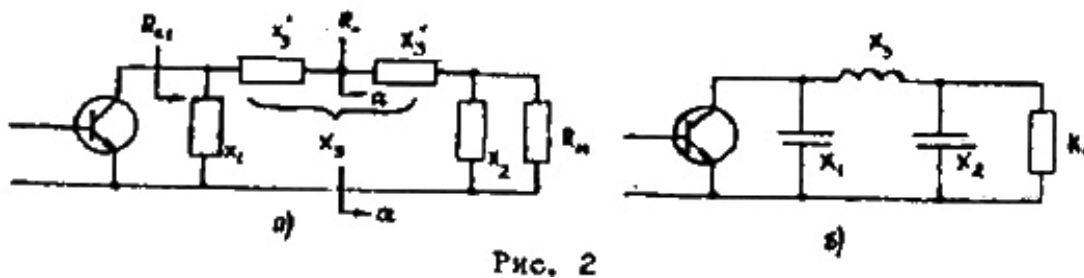
$$C_p := \frac{10}{2\pi \cdot f \cdot R_{K1}}$$

$$C_p = 168 \text{ пФ}$$

Примем $C_p = 180 \text{ пФ}$

Расчет выходной согласующей цепи

Расчет согласующей цепи будем вести исходя из схемы представленной на рис.2



Исходные данные для расчета $R_{K1}=52,44 \text{ Ом}$, $R_H=50 \text{ Ом}$ и $R_0=20 \text{ Ом}$

Нагруженную добротность цепи Q_1 и Q_2 находим по следующим формулам:

$$Q_1 := \sqrt{\frac{R_{K1}}{R_0}} - 1$$

$$Q_1 = 1.274$$

$$X_1 := \frac{R_{K1}}{Q_1}$$

$$X_1 = 41,17$$

$$Q_2 := \sqrt{\frac{R_M}{R_0}} - 1$$

$$Q_2 = 1.225$$

$$X_2 := \frac{R_M}{Q_2}$$

$$X_2 = 40.825$$

$$X_3 := R_0 \cdot (Q_1 + Q_2)$$

$$X_3 = 49.9$$

Полоса пропускания согласующей цепи:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{1}{Q_1 + Q_2} \quad \Delta f := \frac{f}{Q_1 + Q_2}$$

$$\Delta f = 72 \text{ МГц}$$

Ненагруженная добротность должна удовлетворять условию:

$$Q_0 \geq 5 \cdot (Q_1 + Q_2)$$

$$Q_0 = 12.49$$

КПД выходной цепи:

$$\eta_{\text{ВЫХ}} := 1 - \frac{Q_1 + Q_2}{Q_0}$$

$$\eta_{\text{ВЫХ}} = 0.8$$

$$L := \frac{X_3}{2\pi \cdot f} \quad C_1 := \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot X_1} \quad C_2 := \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot X_2}$$

$$L = 44.1 \text{ нГн}$$

$$C_1 = 21,4 \text{ пФ}$$

$$C_2 = 21,6 \text{ пФ}$$

**Расчёт предвыходного каскада.
Расчёт режима работы предвыходного усилителя.**

Требуемая мощность транзистора $P_{\text{выхпред1}}$ определяется исходя из заданной мощности усилителя $P_{\text{вых}}$:

$$P_{\text{выхпред1}} = P_{\text{в1}} / \eta_{\text{к вых}}$$

, где $\eta_{\text{к вых}}$ - КПД выходной согласующей цепи усилителя.

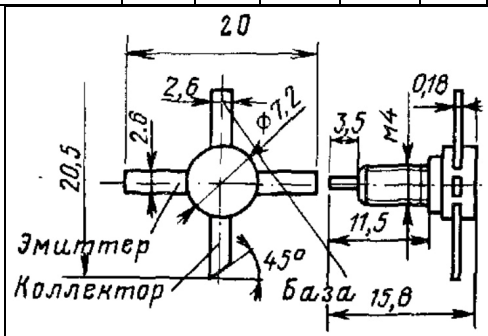
$$P_{\text{вых1}} = 363 \text{ мВт} / 0,8 = 453 \text{ мВт}$$

Транзистор должен удовлетворять условию:

$$\begin{aligned} f_{\text{раб}} &< 0,3f_{\text{гр}} \\ f_{\text{гр}} &> 3,3f_{\text{раб}} \\ f_{\text{гр}} &> 600 \text{ МГц} \end{aligned}$$

В качестве активного прибора выберем транзистор 2Т610Б:

Тип прибора	h_{21}	U' В	$S_{\text{гр}}$ см	$f_{\text{гр}}$ МГц	$C_{\text{к}}$ пФ	$C_{\text{ка}}$ пФ	$C_{\text{э}}$ пФ	$r_{\text{б}}$ Ом	$r_{\text{э}}$ Ом	$r_{\text{к}}$ Ом	$L_{\text{б}}$ нГн	$L_{\text{э}}$ нГн	$L_{\text{к}}$ нГн	$P_{\text{доп}}$ Вт	$P_{\text{вых}}$ Вт	$K_{\text{р}}$	$U_{\text{ко}}$ В
2Т610Б	130	0,7	0,11	800	3,8	1,3	15	6	2	7,8	2,5	0,7	2,5	1,2	1	10	12,6



Зададимся углом отсечки коллекторного тока. Выберем 110 градусов, для получения достаточно высокого коэффициента усиления по мощности.

Из пособия (1) выберем $\theta=110^\circ$ и сведём необходимые параметры в таблицу:

θ , град.	$\alpha_o(\theta)$	$\alpha_i(\theta)$	$\gamma_o(\theta)$	$\gamma_i(\theta)$	$g_1(\theta)$
110	0,379	0,531	0,509	0,713	1,40

Для расчёта режима транзистора мощного усилителя высокой частоты воспользуемся методикой, представленной в (1)

Расчёт коллекторной цепи

1. Напряженность граничного режима

$$P_{\text{вых1}} = 0,453 \text{ Вт}$$

$$\alpha_o = 0,379$$

$$S_{\text{гр}} = 0,11 \text{ См}$$

$$U_{\text{к0}} = 12,6 \text{ В}$$

$$\xi_{\text{гр}} := 0.5 + 0.5 \cdot \sqrt{1 - \frac{8 \cdot P_{\text{вых1}}}{\alpha_1 \cdot S_{\text{гр}} \cdot U_{\text{к0}}^2}} = 0,836$$

2. Амплитуда первой гармоники коллекторного напряжения и тока

$$U_{\text{к1}} = U_{\text{к0}} \cdot \xi_{\text{гр}}$$

$$U_{\text{к1}} = 10,5 \text{ В}$$

$$I_{\text{к1}} = (2 \cdot P_{\text{вых1}}) / U_{\text{к1}}$$

$$I_{\text{к1}} = 85 \text{ мА}$$

3. Постоянные составляющие коллекторного, базового и эмиттерного токов:

$$h_{21} = 130$$

$$g_1 = 1,40$$

$$I_{\text{к0}} = I_{\text{к1}} / g_1$$

$$I_{\text{к0}} = 61,4 \text{ мА}$$

$$I_{\text{Б0}} = I_{\text{к0}} / h_{21}$$

$$I_{\text{Б0}} = 472 \text{ мкА}$$

$$I_{\text{Э0}} = I_{\text{к0}} + I_{\text{Б0}}$$

$$I_{\text{Э0}} = 61,872 \text{ мА}$$

4. Максимальная величина коллекторного тока

$$\alpha_o = 0,379$$

$$I_{\text{К МАКС}} = I_{\text{к0}} / \alpha_o$$

$$I_{\text{К МАКС}} = 162 \text{ мА} < 300 \text{ мА}$$

5. Мощности, потребляемая от источника питания и рассеиваемая на коллекторе транзистора соответственно

$$P_O = I_{\text{к0}} \cdot U_{\text{к0}}$$

$$P_O = 773,7 \text{ мВт}$$

$$P_P = P_O - P_{\text{вых1}}$$

$$P_P = 320,8 \text{ мВт}$$

6. КПД коллекторной цепи

$$\eta_{\text{Э}} = P_{\text{вых1}} / P_O$$

$$\eta_{\text{Э}} = 0,58$$

7. Эквивалентное сопротивление коллекторной нагрузки

$$R_{\text{К1}} = U_{\text{к1}}^2 / 2 \cdot P_{\text{вых1}}$$

$$R_{\text{К1}} = 122,5 \text{ Ом}$$

Расчёт базовой цепи

1. Дополнительное сопротивление между базой и эмиттером.

$$F_{гр} = 800 \text{ МГц}$$

$$C_{эм} = 15 \text{ пФ}$$

$$R_d = h_{21} / 2 \cdot \pi \cdot F_{гр} \cdot C_{эм}$$

$$R_d = 1,724 \text{ кОм}$$

2. Амплитуда базового тока

$$\gamma_1 = 0,713$$

$$\chi = 1 + 2 \cdot \pi \cdot F_{гр} \cdot C_{эм} \cdot R_{к1} \cdot \gamma_1$$

$$\chi = 7.589$$

$$I_{б1} := I_{к1} \cdot \frac{\chi \cdot \sqrt{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{гр}} \right)^2}}{h_{21} \cdot \gamma_1}$$

$$I_{б1} = 206 \text{ мА}$$

3. Максимальное обратное напряжение на эмиттерном переходе

$$U' = 0,7 \text{ В}$$

$$U_{бэмакс} := -U + I_{б1} \cdot \frac{(1 + \cos\theta) \cdot R_d}{\sqrt{1 + \left(\frac{h_{21} \cdot f}{F_{гр}} \right)^2}}$$

$$U_{бэмакс} = 7.3 \text{ В} > U_{бдоп} \quad (U_{бдоп} = 4 \text{ В})$$

Следовательно необходимо уменьшить R_d

$$R_d \leq \sqrt{1 + \left(\frac{h_{21} \cdot f}{F_{гр}} \right)^2} \cdot (|U_{бдоп}| + |U'|) / (1 + \cos(\theta)) \cdot I_{б1}$$

$$R_d = 910 \text{ Ом} \leq 1015 \text{ Ом}$$

При это необходимо включить параллельно R_d дополнительную ёмкость C_d

$$C_d = h_{21} / 2 \cdot \pi \cdot F_{гр} \cdot R_d - C_{эм}$$

$$C_d = 13.4 \text{ пФ}$$

4. Напряжение смещения на эмиттерном переходе

$$\gamma_0 = 0,509$$

$$R_б = 6 \text{ Ом}$$

$$R_э = 2 \text{ Ом}$$

$$U_{б0} := - \left[\frac{\gamma_0 \cdot R_d \cdot I_{б1}}{\sqrt{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{гр}} \right)^2}} \right] + U + I_{б0} \cdot r_б + I_{э0} \cdot r_{эм}$$

$$U_{б0} = - 2.434 \text{ В}$$

5. Активная и реактивная составляющая входного сопротивления транзистора

$$Z_{BX1} = r_{BX1} + j \cdot x_{BX1}$$

$$r_{BX1} = r_{BX} + \frac{R_{BX}}{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{Гр}} \right)^2} \quad x_{BX1} = 2\pi \cdot f \cdot L_{BX} - \frac{R_{BX} \cdot \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{Гр}} \right)}{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{Гр}} \right)^2}$$

$$L_{\sigma} := 2.5 \cdot 10^{-9} \text{ Гн}$$

$$L_{\text{эММ}} := 0.7 \cdot 10^{-9} \text{ Гн}$$

$$L_{BX} := L_{\sigma} + \frac{L_{\text{эМ}}}{\chi}$$

$$L_{BX} = 2,592 \text{ нГн}$$

$$C_{\text{каВ}} := 1.3 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$$

$$r_{BX} := \left(\frac{1}{\chi} \right) \cdot \left[(1 + \gamma_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_{Гр} \cdot C_{\text{ка}} \cdot R_{К1}) \cdot r_{\sigma} + r_{\text{эМ}} + \gamma_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_{Гр} \cdot L_{\text{эМ}} \right]$$

$$r_{BX} = 1,836 \text{ Ом}$$

$$R_{BX} := \left(\frac{1}{\chi} \right) \cdot \left[r_{\sigma} + (1 + \gamma_1 \cdot h_{21}) \cdot r_{\sigma} \right] - r_{BX} + R_{д} \cdot (1 - \gamma_1)$$

$$R_{BX} = 334,2 \text{ Ом}$$

$$r_{BX1} := r_{BX} + \frac{R_{BX}}{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{Гр}} \right)^2}$$

$$r_{BX1} = 2,226 \text{ Ом}$$

$$x_{BX1} := 2\pi \cdot f \cdot L_{BX} - \frac{R_{BX} \cdot \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{Гр}} \right)}{1 + \left(h_{21} \cdot \frac{f}{f_{Гр}} \right)^2}$$

$$x_{BX1} = - 8,46 \text{ Ом}$$

6. Мощность возбуждения

$$P_{B1} := 0.5 \cdot I_{\sigma 1} \cdot r_{BX1}$$

$$P_{B1} = 229 \text{ мВт}$$

7. Коэффициент по мощности

$$K_p := \frac{P_{\text{ВЫХ1}}}{P_{B1}}$$

$$K_p = 1,957$$

Расчет цепи питания и смещения

Рассчитаем сопротивление автосмещения, определяющее смещение на базе транзистора. Значение $U_{\text{б0}}$ и $I_{\text{б0}}$ из режима расчета работы транзистора. Значения R_a найдем из соотношения:

$$R_a := \frac{|U_{\text{б0}}|}{I_{\text{б0}}}$$

$$R_a = 5.152 \text{ кОм}$$

Рассчитаем блокировочные элементы на цепи смещения:

$$\omega \cdot L_{\text{бл}} \gg r_{\text{вх1}}$$

$$L_{\text{бл}} := \frac{10 \cdot r_{\text{вх1}}}{2\pi \cdot f}$$

$$L_{\text{бл}} = 18,7 \text{ нГн}$$

$$\text{Примем } L_{\text{бл}} = 22 \text{ нГн}$$

Блокировочную емкость выберем из соотношения:

$$C_{\text{бл}} := \frac{50}{L_{\text{блпр}} \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2}$$

$$C_{\text{бл}} = 1.986 \text{ нФ}$$

$$\text{Примем } C_{\text{бл}} = 2,2 \text{ нФ}$$

Рассчитаем блокировочные элементы на цепи питания:

$$L_{\text{бл1}} := \frac{10 \cdot R_{\text{к1}}}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

$$L_{\text{бл1}} = 1,084 \text{ мкГн}$$

$$\text{Примем } L_{\text{бл1}} = 1,2 \text{ мкГн}$$

Блокировочная емкость:

$$C_{\text{бл1}} := \frac{50}{L_{\text{бл1пр}} \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2}$$

$$C_{\text{бл1}} = 36,071 \text{ пФ}$$

$$\text{Примем } C_{\text{бл1}} = 39 \text{ пФ}$$

Разделительная емкость должна удовлетворять условию:

$$1/(\omega \cdot C_p) \ll R_{\text{к1}}$$

$$C_p := \frac{10}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R_{\text{к1}}}$$

$$C_p = 71,141 \text{ пФ}$$

$$\text{Примем } C_p = 82 \text{ пФ}$$

Расчет согласующей цепи

Исходные данные для расчета:

$$R_{к1}=122,56 \text{ Ом}, \quad \Gamma_{вх1}=2,22 \text{ Ом} = R_H$$

В качестве межкаскадной цепи согласования применим Г-образную цепь (рис.3)

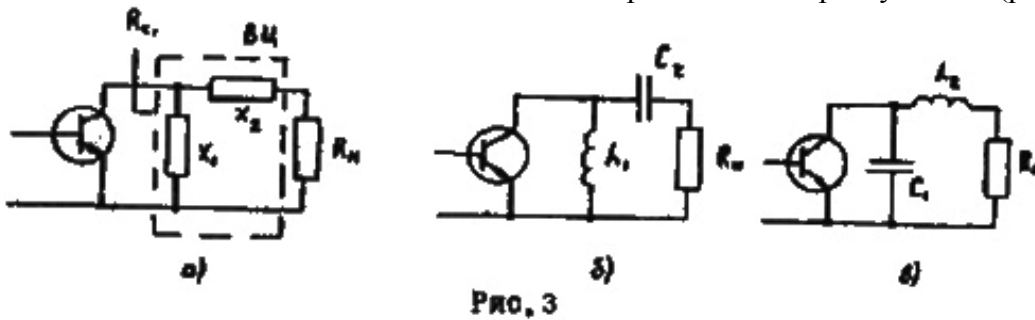


Рис. 3

Значения $R_{к1}$ и R_H связаны со значениями реактивных сопротивлений Г-образной цепи соотношениями:

$$Q_H := \sqrt{\left(\frac{R_{к1}}{R_H}\right)} - 1$$

$$Q_H = 7,352$$

$$X_1 := \frac{R_{к1}}{Q_H}$$

$$X_1 = 16,6$$

$$X_2 := R_H \cdot Q_H$$

$$X_2 = 16,36$$

$$C_1 := \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_1}$$

$$C_1 = 53,03 \text{ пФ}$$

$$L := \frac{X_2}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

$$L = 14,5 \text{ нГн}$$

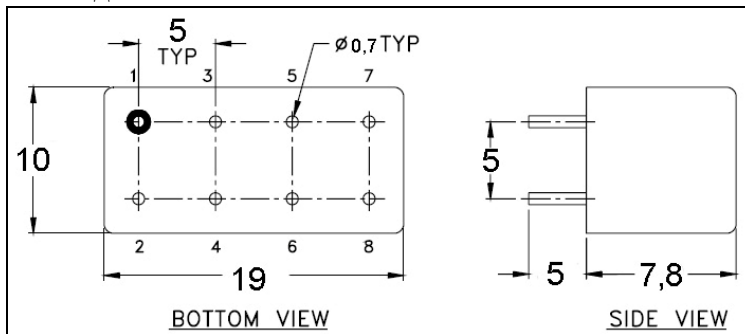
Расчет кварцевого автогенератора

Автогенератор – это источник электромагнитных колебаний, в котором колебания возбуждаются самостоятельно без внешнего возбуждения. В РПУ АГ применяют в основном в качестве каскадов, задающих несущую частоту колебаний. Основное требование, предъявляемое к ним – высокая стабильность частоты. АГ проектируется таким образом, чтобы в нем возбуждались гармонические колебания. Основным элементом АГ является резонатор, главное свойство которого – колебательный характер переходного процесса.

В соответствии с требованиями к частоте и выходной мощности выбираем АГ на микросхеме POS-200

Назначение выводов:

- 1 – питание
- 2 – выход
- 3 – вывод кварца
- 4,5,6,7 – корпус
- 8 - вход



Список используемой литературы

- (1) Р.А. Грановская «Расчет каскадов радиопередающих устройств» Москва изд. МАИ 1993 год
- (2) Н.С. Давыдова «Методические указания к курсовому проектированию радиопередающих устройств» Москва изд. МАИ 1991 год
- (3) Под общей редакцией Н. Н. Горюнова
«Полупроводниковые приборы: Транзисторы. Справочник» Москва Энергоиздат 1982 год
- (4) Конспект лекций по курсу «Устройства генерирования и формирования сигнала»