

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ФИЗТЕХ-ШКОЛА РАДИОТЕХНИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

Генераторы синусоидальных колебаний с кварцевой стабилизацией частоты

Работу выполнили:
Державин Андрей
Хайдари Фарид
Шурыгин Антон
группа Б01-909

Долгопрудный, 2021

Содержание

1 Резонасный усилитель.	3
2 Кварцевый генератор с использованием последовательно- го резонанса кварца.	4

1 Резонансный усилитель.

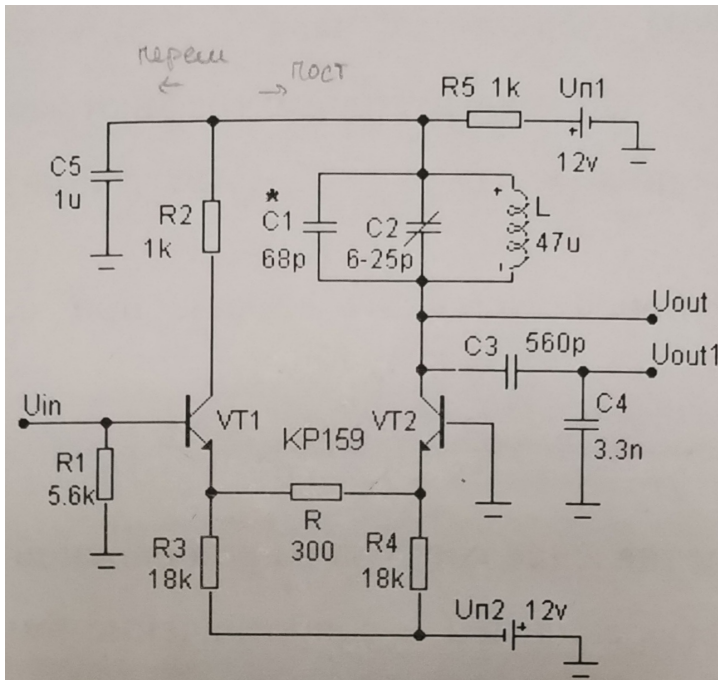


Рис. 1 Схема резонансного усилителя

1. Напряжения U_a , U_b связаны теоретическим соотношением:

$$\beta_{\text{теор}} = \frac{U_a}{U_b} = \frac{C_3}{C_3 + C_4} \approx \frac{1}{7}$$

2. При проведении эксперимента получили значения $U_a \approx 65,6$ мВ, $U_b \approx 323$ мВ. Таким образом, практическое значение несильно отличается:

$$\beta_{\text{практ}} = \frac{U_a}{U_b} = \frac{1}{4,90}$$

Причина расхождения теории и практики: погрешность конденсаторов.

3. С помощью конденсатора с переменной емкостью добиваемся частоты колебаний $f_k = 1$ МГц.

2 Кварцевый генератор с использованием последовательного резонанса кварца.

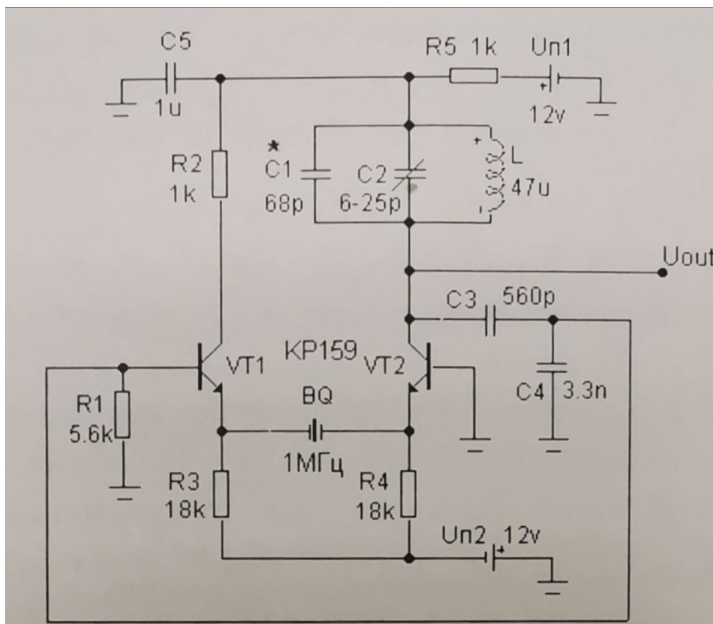


Рис. 2 Схема кварц. генератора с использованием последовательного резонанса кварца

1. Замыкаем цепь обратной связи (т.е соединяем базу первого транзистора с проводом между C_3 и C_4).

2. **Настройка контура:** установим вместо кварцевого резонатора переменный резистор. Ищем $\max U_{out}$.

$R_{пер} = 800 \text{ Ом} \Rightarrow 2r_e + R = 950 \text{ Ом}$ - сопротивление между эмиттерами.

3. Рассчитаем добротность колебательного контура, используя формулу:

$$R_{\text{экв}} = Q\rho$$

$$\rho = \frac{1}{2\pi f C} = 300 \text{ Ом}$$

$$K_{\beta} = \frac{1}{\beta} = \frac{R_{\text{экв}}}{2r_e + R}$$

$$4,9 \approx 5 = \frac{R_{\text{экв}}}{950 \text{ Ом}} \Rightarrow R_{\text{экв}} \approx 4750 \text{ Ом}$$

$$Q = \frac{R_{\text{экв}}}{\rho} = \frac{4750 \text{ Ом}}{300 \text{ Ом}} \approx 15.8$$

4. Вместо резистора подключаем кварцевый генератор между эмиттерами, последовательно ему - переменный резистор. Ищем $\max U_{out}$, определяем R_K :

$$R_K = (800 - 355) \text{ Ом} = 445 \text{ Ом}$$

5. Определим оставшиеся электрические параметры кварцевого резонатора:

Емкость

Последовательно кварцу подсоединяем $C_s = 120 \text{ пФ} \Rightarrow \Delta f_K = 25 \text{ Гц}$.
Из формулы:

$$\frac{\Delta f_K}{f} = \frac{C_K}{2C_s} \Rightarrow C_K = \frac{\Delta f_K}{f} \cdot 2C_s = 6 \cdot 10^{-3} \text{ пФ}$$

Характеристическое сопротивление

Из формулы:

$$\rho_k = \sqrt{\frac{L_k}{C_k}} = \frac{1}{2\pi f_k C_k} = 26 \text{ МОм}$$

Добротность

Из формулы:

$$R_k = \frac{\rho_k}{Q_k} \Rightarrow Q = \frac{26 \cdot 10^6 \text{ Ом}}{455 \text{ Ом}} \approx 5.84 \cdot 10^4$$

Согласно теории добротность кварцевого резонатора $\sim 10^5$.

6. С кварцевым резонатором наблюдали стабильность частоты, изменяя питающее напряжение $U_{п2}$.