

Генераторы синусоидальных колебаний с кварцевой стабилизацией частоты

Шмаков Владимир Евгеньевич - ФФКЭ гр. Б04-105

11 января 2025 г.

Резонансный усилитель

Нахождение добротности резонансного усилителя

Снимем АЧХ резонансного усилителя и найдём его добротность (смотрите рисунок 1).

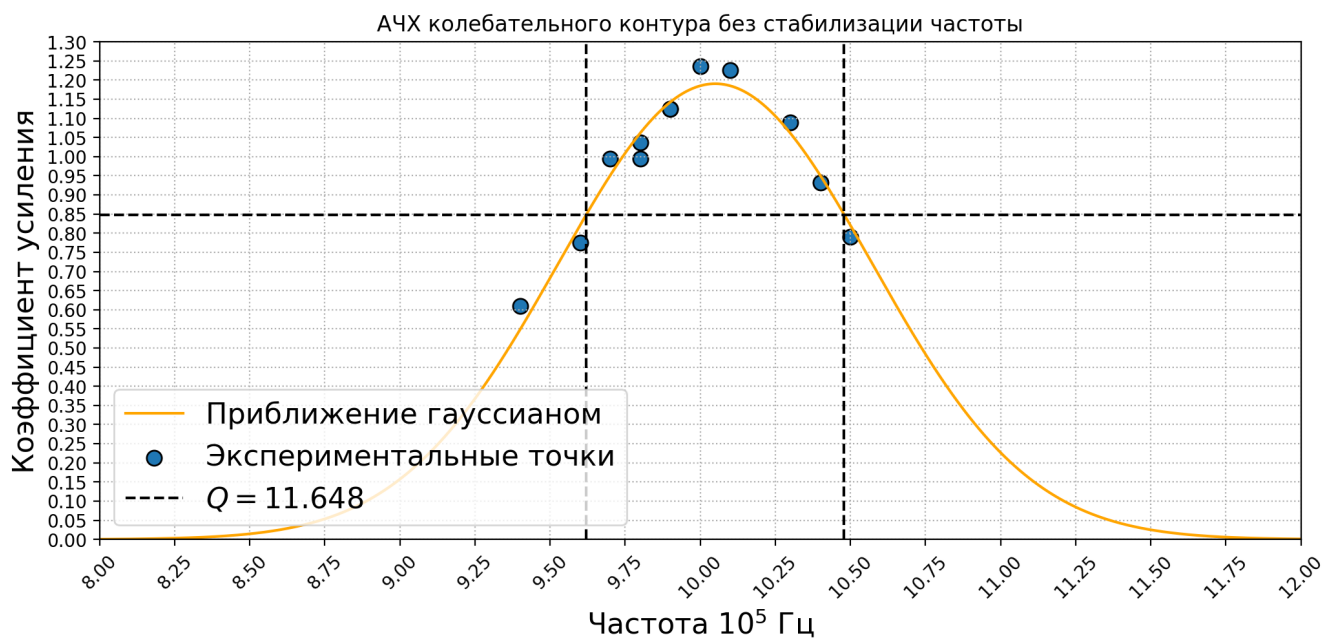


Рис. 1: АЧХ резонансного усилителя

Генерация синусоидальных колебаний посредством добавления обратной связи

Соединим выход схемы со входом. Таким образом, узкополосный резонатор «превратится» в генератор синусоидального сигнала.

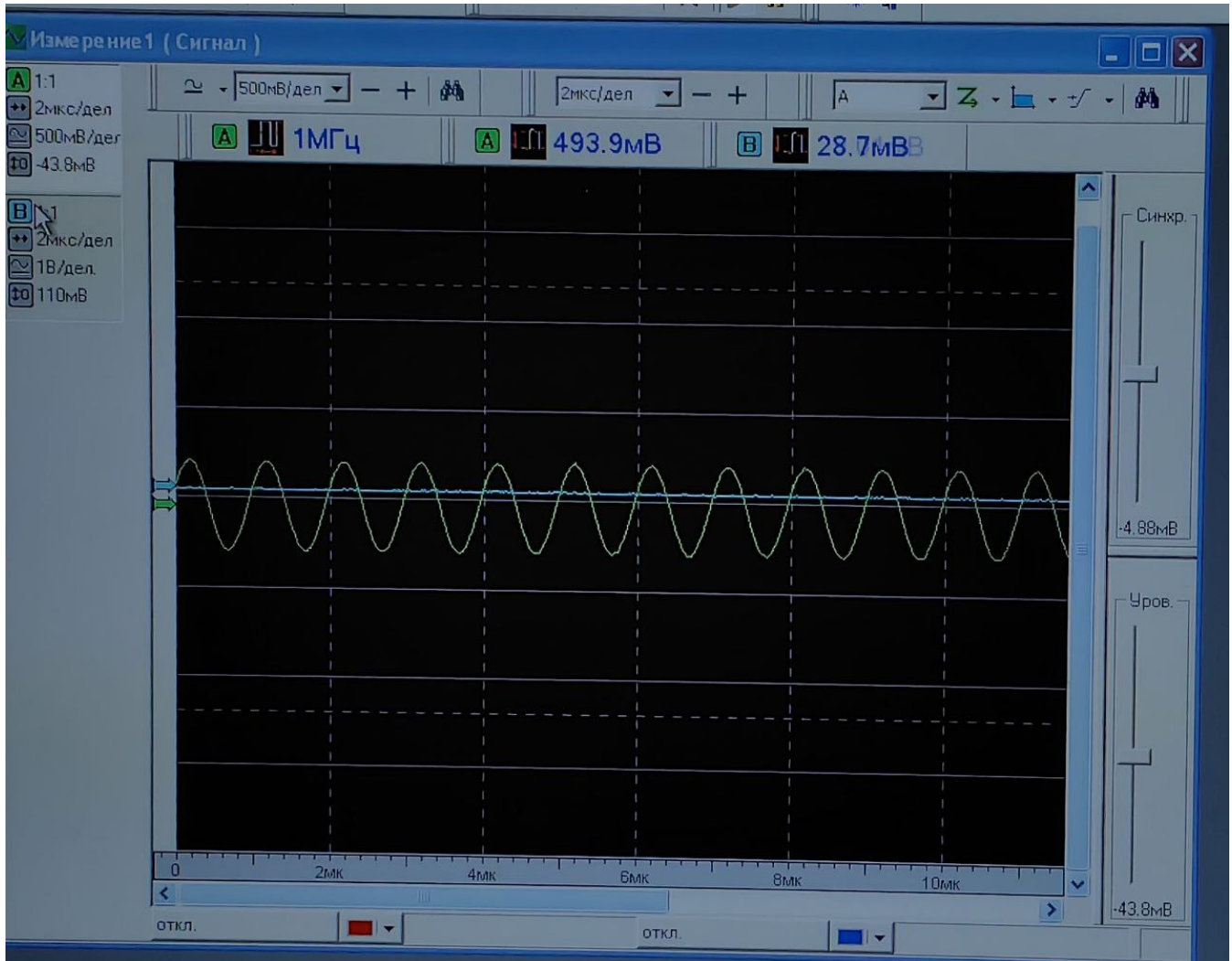


Рис. 2: Выходной сигнал генератора

Стабилизация частоты

Нахождение добротности кварцевого резонатора

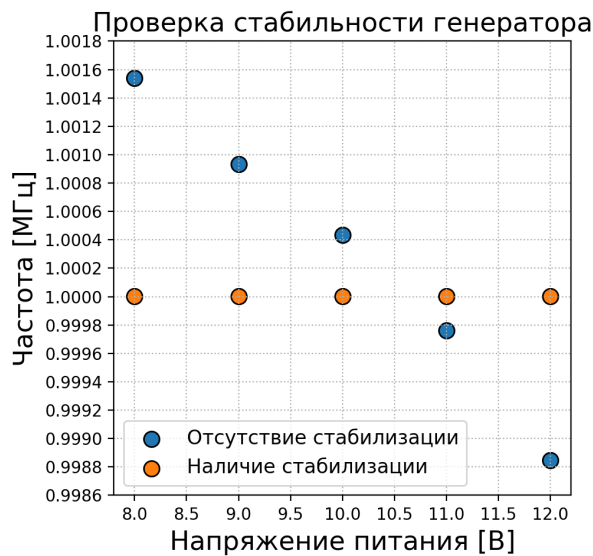
Добавим в секцию LC контура дополнительную ёмкость $C = 10\text{ пФ}$. При наличии в цепи кварцевого резонатора, частота меняется слабо: $\Delta f_q = 7\text{ Гц}$. Если стабилизация частоты отсутствует, то частота меняется на $\Delta f \sim 18\text{ кГц}$. Полученные данные позволяют найти добротность кварцевого резонатора:

$$Q_k = \frac{\Delta f \cdot Q}{\Delta f_q} \sim 3 \cdot 10^4 \quad (1)$$

Получили что добротность кварцевого резонатора достаточно высока, как и добротность любой акустической системы. Для сравнения, добротность струны $\sim 10^3$.

Исследование стабильности частоты кварцевого генератора

Построим график зависимости частоты генерации в зависимости от напряжения питания:



Как видно на рисунке слева, в отсутствие кварцевого резонатора, частота линейно падает с ростом напряжения питания. В схеме со стабилизацией, частота меняется максимум на 10 Гц.

Определение параметров кварцевого резонатора

Последовательно с кварцевым резонатором подключим конденсатор ёмкостью $C_s = 120$ пФ. При этом частота генерации изменится на $\Delta f_k = 0.007$ МГц.

$$C_k = \frac{2 \cdot C_s \Delta f_k}{f_k} = 1.68 \text{ пФ}$$

$$L_k = \frac{1}{4\pi^2 f_k^2 C_k} = 0.015 \text{ Гн}$$

$$r_k = \frac{2\pi f_k L_k}{Q_k} = 3.16 \text{ Ом}$$