

Генераторы синусоидальных колебаний с кварцевой стабилизацией частоты

Шмаков Владимир Евгеньевич - ФФКЭ гр. Б04-105

21 апреля 2024 г.

Резонасный усилитель

Нахождение добротности резонансного усилителя

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

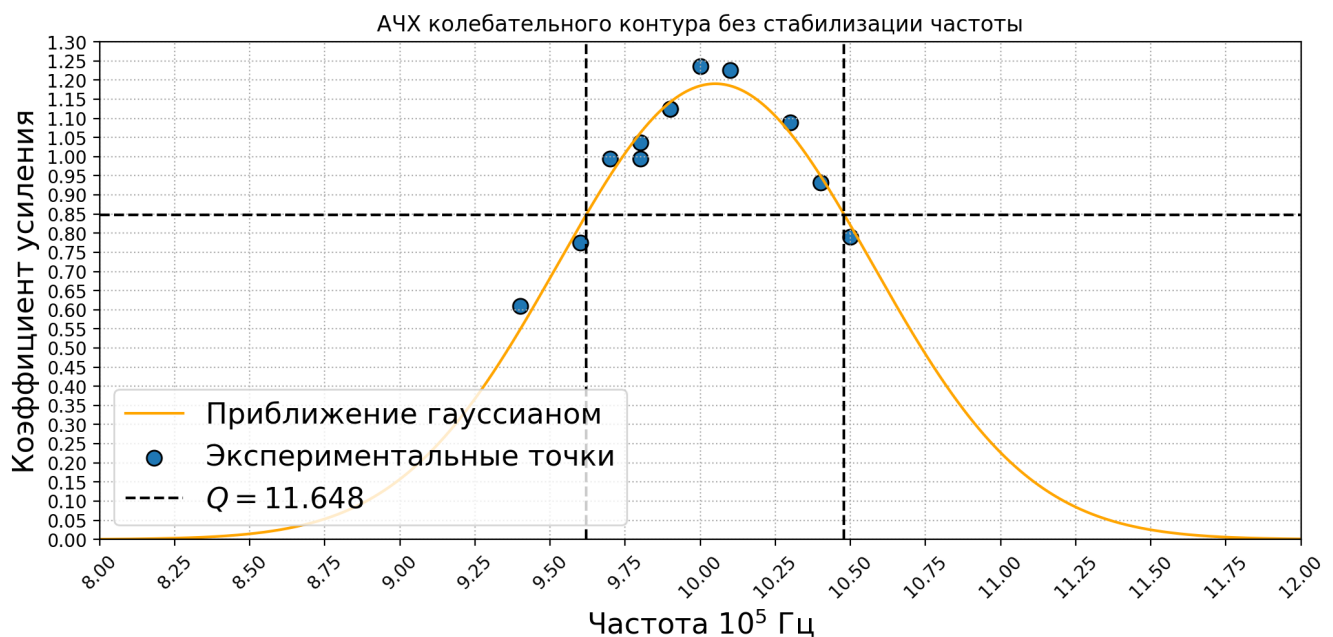


Рис. 1: АЧХ резонасного усилителя

Генерация синусоидальных колебаний посредством добавления обратной связи

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

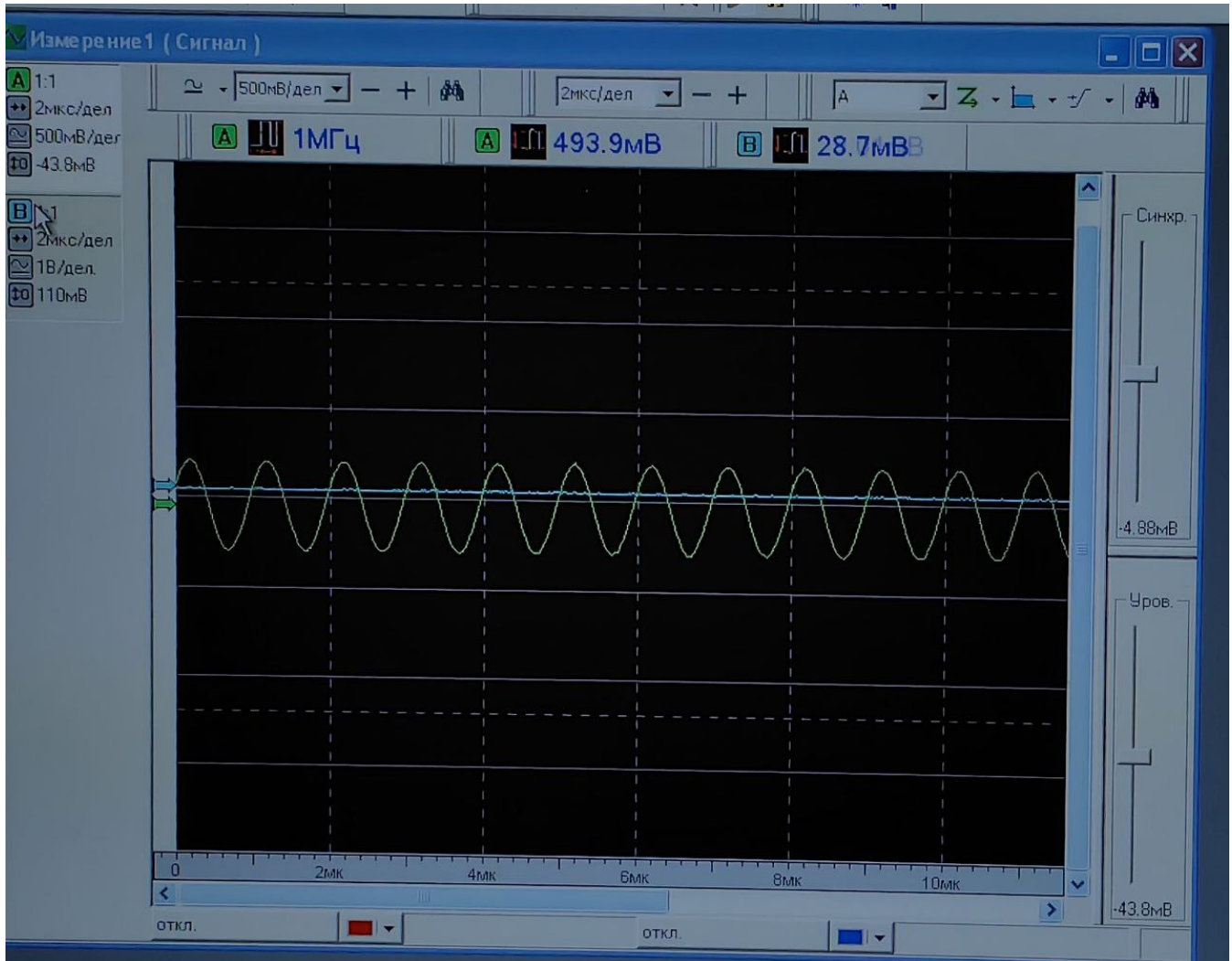


Рис. 2: Выходной сигнал генератора

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:

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

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.

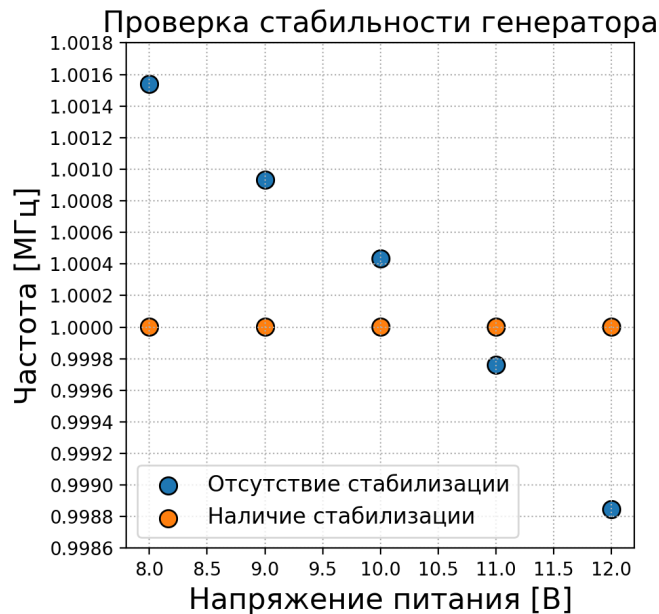


Рис. 3: Исследование зависимости частоты генерации от напряжения

Как видно на рисунке 3 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.

$$C_k = \frac{2 \cdot C_s \Delta f_k}{f_k} = 1.68 \text{ пФ} \quad L_k = \frac{1}{4\pi^2 f_k^2 C_k} = 0.015 \text{ Гн} \quad r_k = \frac{2\pi f_k L_k}{Q_k} = 3.16 \text{ Ом}$$