

Отчет о выполнении лабораторных работ 6.1/6.2

"Генераторы синусоидальных колебаний с кварцевой стабилизацией частоты"

Калашников Михаил, Б03-2026

1. Резонансный усилитель

1. Соберем схему резонансного усилителя. Проведем измерения потенциалов на всех электродах транзисторов.

$$\begin{aligned}\phi_1 &= 0 \text{ В}, & \phi_8 &= 0 \text{ В}, \\ \phi_2 &= 0.9 \text{ В}, & \phi_7 &= -8 \text{ В}, \\ \phi_3 &= -1 \text{ В}, & \phi_6 &= 0.01 \text{ В}, \\ \phi_4 &= -1 \text{ В}, & \phi_5 &= -0.71 \text{ В}.\end{aligned}$$

По измерениям определим токи эмиттеров и крутизну транзисторов.

$$I_e = \frac{\phi_e}{2r_e + R}, \quad r_e = 25 \text{ Ом}, \quad R = 300 \text{ Ом}$$

$$I_{e,1} = 2.9 \text{ мА}, \quad I_{e,2} = 2 \text{ мА}$$

$$S = \frac{I_c}{U_T} \approx \frac{I_e}{U_T}$$

$$S_1 = 114 \text{ кОм}^{-1}, \quad S_2 = 81 \text{ кОм}^{-1}$$

2. Подадим входной сигнал от генератора колебаний. По наблюдениям переменного напряжения на выходе найдем резонансную частоту: $\nu_p = 1.14 \text{ МГц}$.
3. На резонансной частоте снимем амплитудную характеристику усилителя. Построим график зависимости коэффициентов усиления от амплитуды входного сигнала.

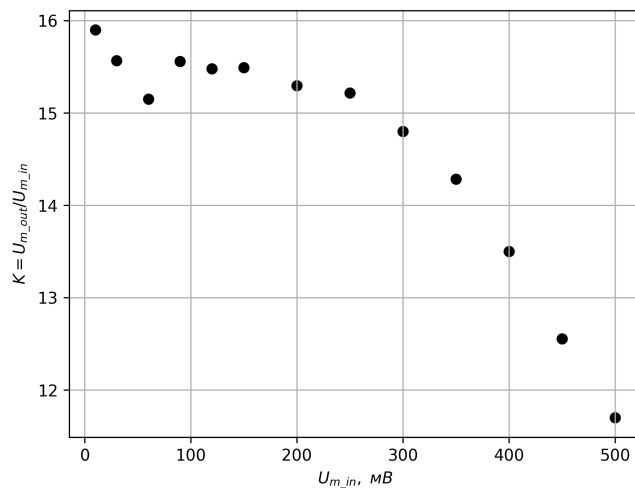


Рис. 1: Амплитудная характеристика усилителя

- Измерим резонансный коэффициент усиления для случая $R=0$, соединив эмиттеры транзисторов.
- Снимем зависимость коэффициента усиления от частоты входного сигнала при амплитуде входного сигнала, соответствующей линейному амплитудной характеристики ($U_0 = 300\text{ мВ}$). Определим полосу пропускания на уровне 0.7 и добротность.

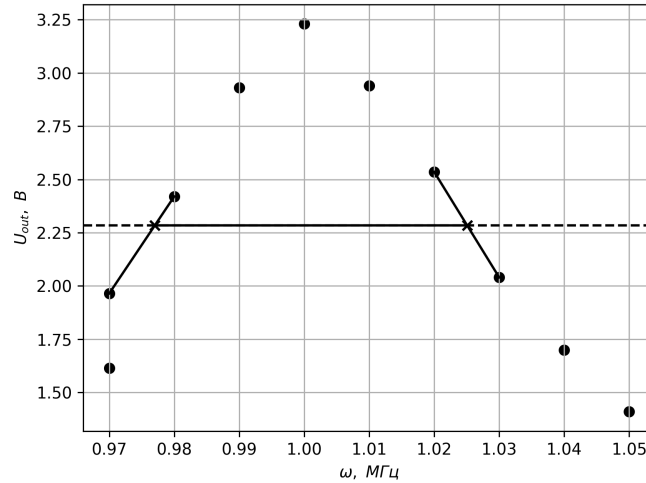


Рис. 2: Амплитудно-частотная характеристика усилителя

Из графика получим, что $\Delta f_{0.7} = 0.048$ МГц, а $Q = f_p / \Delta f_{0.7} = 20.8$.

2. Кварцевый генератор с использованием последовательного резонанса кварца

- Замкнем цепь обратной связи. Убедимся в наличии колебаний генератора без кварца. Подстройкой частоты добьемся чтобы частота колебаний была близка к 1 МГц. Измерим амплитуду выходного колебания: $U = 1.6$ В.
- Заменяем резистор между эмиттерами на кварцевый генератор. Измерим частоту колебаний: $\nu_p = 1.004$ МГц.
- Измерим добротность кварцевого резонатора. Для этого проведем расстройку колебательного контура путем параллельного подсоединения дополнительного конденсатора емкости $\Delta C = 15$ пФ. После этого, $\Delta f_k = 4$ Гц, а $\Delta f = 12$ кГц.

Из соотношения $\Delta f_k / \Delta f = Q / Q_k$ определим добротность кварца Q_k :

$$Q_k = Q \frac{\Delta f}{\Delta f_k} = 62400$$

- Восстановим настройку контура в резонанс. Определим электрические параметры кварцевого резонатора. Для этого последовательно с кварцем подключим конденсатор с емкостью $C_s = 120$ пФ и измерим изменение частоты генерируемых колебаний $\Delta f_k = 24$ Гц. Рассчитаем параметры кварца по формулам:

$$C_k = 2C_s \frac{\Delta f_k}{f_k} = 0.0058 \text{ пФ} \quad , L_k = \frac{1}{4\pi^2 f_k^2 C_k} = 4.4 \text{ нГн}$$

$$\rho_k = \frac{1}{2\pi f_k C_k} = 27.6 \text{ МОм} \quad , r_k = \frac{\rho_k}{Q_k} = 443 \text{ Ом}$$