

Отчёт по лабораторной работе №5
Генераторы синусоидальных колебаний с кварцевой
стабилизацией

Плюскова Н.А. Б04-004

17 сентября 2023 г.

1. Результаты эксперимента

1.1 Резонансный усилитель

Соберем схему, показанную на рис.1:

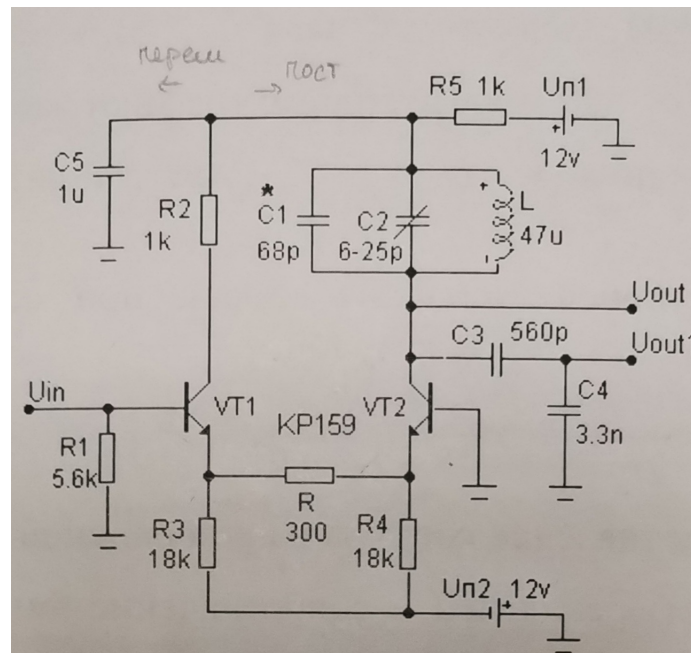


Рис. 1: Схема резонансного усилителя

Напряжения U_{out1} , U_{out} связаны теоретическим соотношением:

$$\beta = \frac{U_{out1}}{U_{out}} = \frac{C_3}{C_3 + C_4} \approx \frac{1}{7}$$

При проведении эксперимента получили значения $U_{out1} \approx 201$ мВ, $U_{out} \approx 1638$ мВ. Таким образом, практическое значение несильно отличается:

$$\beta = \frac{U_{out1}}{U_{out}} \approx \frac{1}{8}$$

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

На резонансной частоте f_p снимем амплитудную характеристику усилителя (см. рис.2):

$U_{in}, \text{ мВ}$	K
10	4,96
20	4,91
30	4,92
40	4,92
50	4,93
60	4,95
70	4,95
80	5,02
90	5,03
100	5,04
200	4,95
300	4,55
400	3,81
500	3,18

Таблица 1: Амплитудная характеристика усилителя

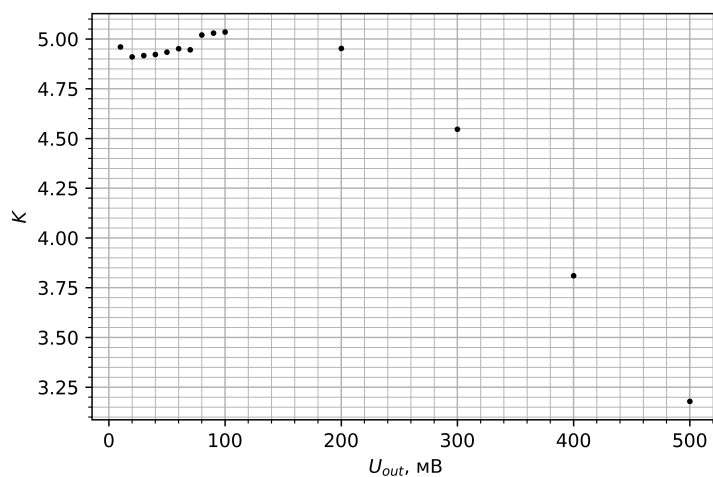


Рис. 2: Амплитудная характеристика усилителя

Соединив накоротко эмиттеры транзисторов, измерим резонансный коэффициент усиления: $K = 3,5$

Снимем зависимость коэффициента усиления от частоты входного сигнала при амплитуде $U_{in} = 80 \text{ мВ}$ (см. рис.3):

$f, \text{МГц}$	K
1,00	10,11
1,60	0,71
1,30	1,34
1,10	4,37
1,20	1,96
1,06	7,31
1,07	6,07
1,05	8,98
0,98	6,73
0,99	8,18

Таблица 2: Зависимость коэффициента усиления от частоты входного сигнала

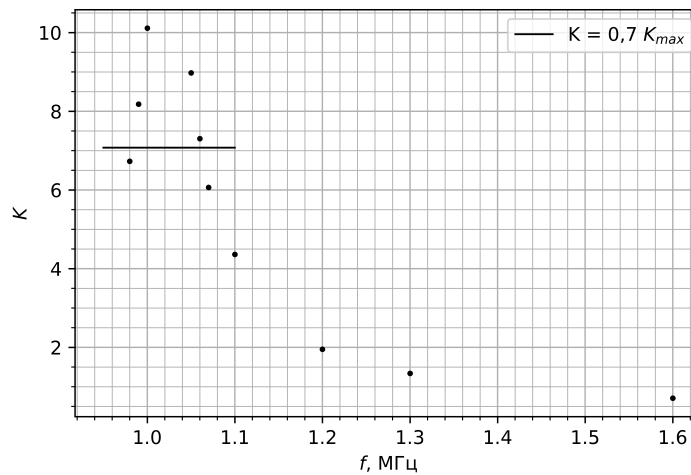


Рис. 3: Зависимость $K(f)$

Получим, что $\Delta f_{0,7} \approx 80$ кГц. Откуда получим добротность: $Q = \frac{f_p}{\Delta f_{0,7}} = 12,5$

1.2 Кварцевый генератор с использованием последовательного резонанса кварца

Соберем схему, изображенную на рис.4:

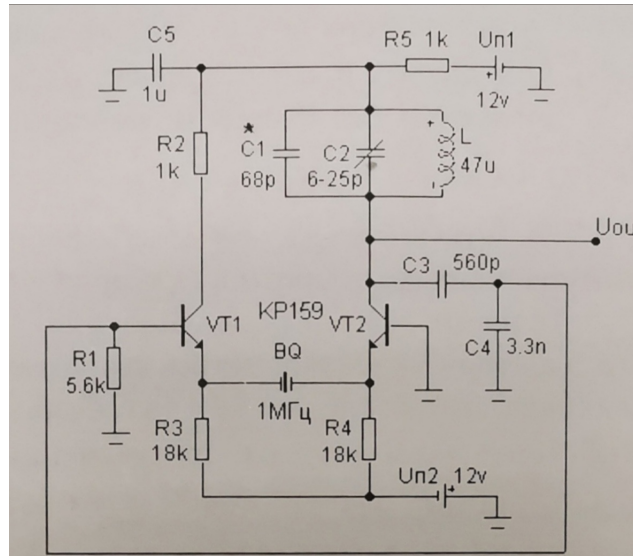


Рис. 4: Схема установки кварцевого генератора

Измерим амплитуду выходного колебания $U_{out} = 7,36$ В, что сходится с ожидаемым значением $U_{out} = 7,25$ В

Восстановим схему кварцевого генератора, включив между эмиттерами кварцевый резонатор вместо резистора R.

После расстройки LC-контура путем добавления конденсатора $\Delta C = 15$ пФ измерим изменения частоты колебаний Δf без кварца и Δf_k с кварцем:

$$\Delta f = 3 \text{ Гц}$$

$$\Delta f_k = 16554 \text{ Гц}$$

Откуда из соотношения $\frac{\Delta f_k}{\Delta f} = \frac{Q}{Q_k}$ находим $Q_k = 9 \cdot 10^5$

Восстановим настройку контура в резонанс. Для этого включим последовательно конденсатор $C_s = 121$ пФ. Получим $\Delta f_k = 25$ Гц. Из формулы $\frac{\Delta f_k}{\Delta f} = \frac{C_k}{2C_s}$ определим $C_k = 6 \cdot 10^{-15}$ пФ. Остальные параметры найдем расчетным путем:

$$L_k = \frac{1}{4\pi^2 f_k^2 C_k} = 4,19 \text{ Гн}$$

$$\rho_k = \sqrt{\frac{L_k}{C_k}} = 2\pi f_k L_k = \frac{1}{2\pi f_k C_k} = 2,65 \cdot 10^7 \text{ МОм}$$

$$r_k = \frac{\rho_k}{Q_k} = 29,4 \text{ Ом}$$

Снимем зависимость частоты генерируемых колебаний от напряжения $U_{п2}$:

$U_{п2}$, В	f , МГц
8	1,001540
9	1,000935
10	1,000435
11	0,999763
12	0,998848

Таблица 3: Зависимость частоты генерируемых колебаний с кварцем от входного напряжения

Снимем аналогичную зависимость для генератора без кварца:

$U_{п2}, \text{ В}$	$f, \text{ МГц}$
8	1,00044
9	1,00041
10	1,00004
11	1,00038
12	1,00035

Таблица 4: Зависимость частоты генерируемых колебаний без кварца от входного напряжения