

Лабораторная работа № 2.2: Изучение вынужденных колебаний в колебательном контуре.

Зотов Алексей, 497

9 декабря 2016 г.

Цель работы: изучение зависимости тока в колебательном контуре от частоты источника ЭДС, включенного в контур, и измерение резонансной частоты контура.

В работе используются: звуковой генератор Г6-46, электронный осциллограф, модуль ФПЭ-11, магазин сопротивлений, магазин емкостей.

Ход работы:

1. Снятие резонансных кривых.

$C = 3\text{нФ}$, $R_1 = 75\text{Ом}$.

Найдем зависимость U_0 и I_0 от частоты f .

(a) $R = 1\text{ Ом}$

$f = [2, 3, 4, 5, 6, 6.5, 6.7, 6.9, 7.0, 7.1, 7.3, 7.5, 7.7, 8, 10, 12, 14, 16]\text{ кГц}$

$U_0 = [8, 12, 16, 28, 56, 90, 120, 155, 167, 170, 160, 145, 128, 100, 40, 25, 19, 15]\text{ мВ}$

$I_0 = \frac{U_0}{R_1} = [0.11, 0.16, 0.21, 0.37, 0.75, 1.2, 1.6, 2.07, 2.23, 2.27, 2.13, 1.93, 1.71, 1.33, 0.53, 0.33, 0.25, 0.2]\text{ мА}$

(b) $R = 1\text{ Ом}$

$f = [2, 4, 6, 6.5, 6.7, 6.8, 6.9, 7.0, 7.1, 7.2, 7.4, 7.6, 7.8, 8, 9, 10, 12, 14, 16]\text{ кГц}$

$U_0 = [8, 16, 52, 75, 90, 100, 108, 112, 120, 120, 119, 110, 100, 90, 57, 40, 24, 18, 15]\text{ мВ}$

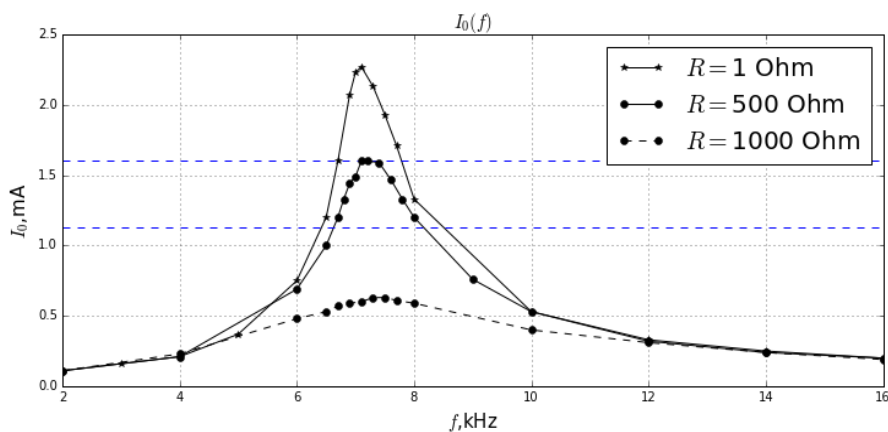
$I_0 = \frac{U_0}{R_1} = [0.11, 0.21, 0.69, 1., 1.2, 1.33, 1.44, 1.49, 1.6, 1.6, 1.59, 1.47, 1.33, 1.2, 0.76, 0.53, 0.32, 0.24, 0.2]\text{ мА}$

(c) $R = 1\text{ Ом}$

$f = [2, 4, 6, 6.5, 6.7, 6.9, 7.1, 7.3, 7.5, 7.7, 8, 10, 12, 14, 16]\text{ кГц}$

$U_0 = [8, 17, 36, 40, 43, 44, 45, 47, 47, 46, 44, 30, 23, 18, 14]\text{ мВ}$

$I_0 = \frac{U_0}{R_1} = [0.11, 0.23, 0.48, 0.53, 0.57, 0.59, 0.6, 0.63, 0.63, 0.61, 0.59, 0.4, 0.31, 0.24, 0.19]\text{ мА}$



Резонансная частота $f_r \approx 7.1\text{ кГц}$.

Используя приблизительное значение индуктивности $L = 100\text{ мГн}$, рассчитаем резонансную частоту контура теоретически:

$$f_r^{th} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx 9.2\text{кГц} \quad (1)$$

что по порядку совпадает с частотой, полученной в эксперименте.

Найдем ширину резонансной кривой Δf и рассчитаем значения добротности:

- (a) $R = 1 \text{ Ом}$
 $\Delta f \approx 1.2 \text{ кГц}$, $Q = \frac{f_r}{\Delta f} \approx 6.2$
- (b) $R = 500 \text{ Ом}$
 $\Delta f \approx 1.5 \text{ кГц}$, $Q = \frac{f_r}{\Delta f} \approx 4.7$

Как и ожидалось, система с большим сопротивлением имеет меньшую добротность.

2. Определение зависимости резонансной частоты от емкости.

$R = 1 \text{ Ом}$

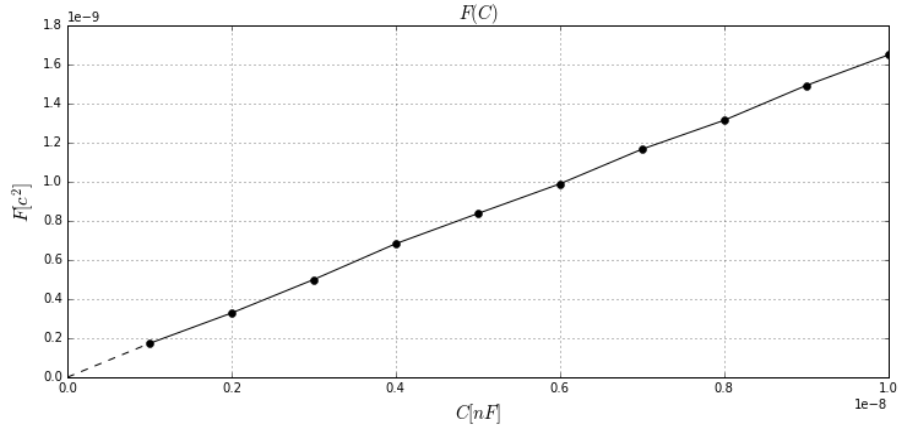
Найдем зависимость резонансной частоты f_r от емкости C :

$C = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] \text{ нФ}$

$f_r = [12.1, 8.78, 7.12, 6.09, 5.5, 5.06, 4.66, 4.39, 4.12, 3.92] \text{ кГц}$

$$F := \frac{1}{(2\pi f_r)^2} \quad (2)$$

$$F = [0.17, 0.33, 0.50, 0.68, 0.84, 0.99, 1.17, 1.31, 1.49, 1.65] \cdot 10^{-9} [\text{с}^2]$$



Найдем индуктивность катушки L :

$$F = \frac{1}{(2\pi f_r)^2} = LC \implies L = \frac{dF}{dC} = \frac{F}{C}. \quad (3)$$

$$L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{C_i} = 0.167 \pm 0.003 \text{ Гн} \quad (4)$$

Расчет погрешности:

$$\sigma_f = 0.02 \text{ кГц} \implies \varepsilon_f \approx 0.4\%$$

$$\varepsilon_F = 2\varepsilon_f$$

$$\varepsilon_C = 5\%$$

$$\varepsilon_{\frac{F_i}{C_i}} = \sqrt{\varepsilon_{C_i}^2 + \varepsilon_{F_i}^2} \quad (5)$$

$$\sigma_{\frac{F_i}{C_i}} = \frac{F_i}{C_i} \cdot \varepsilon_{\frac{F_i}{C_i}} \quad (6)$$

$$\sigma_L = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_{\frac{F_i}{C_i}}^2} \approx 0.003 \text{ Гн} \quad \varepsilon_L \approx 1.6\% \quad (7)$$