

Лабораторная работа 3.2.2

Резонанс напряжений в последовательном контуре

Балдин Виктор, Б01-303

23 ноября 2024 г.

Краткая теория

Импеданс последовательного контура:

$$Z = Z_R + Z_C + Z_L = R + \frac{1}{iwC} + iwL$$

Ток в цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{Z} = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{1}{iwC} + iwL}$$

С учетом характеристик цепи: $w_0^2 = \frac{1}{LC}$, $\delta = \frac{R}{2L}$ получаем напряжения на всех элементах:

$$U_C = IZ_C = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{1}{iwC} + iwL} \cdot \frac{1}{iwC} = \frac{\mathcal{E}}{1 - w^2LC + iwCR} = \frac{\mathcal{E}w_0^2}{w_0^2 - w^2 + 2i\delta w}$$

$$U_L = IZ_L = \frac{\mathcal{E}w^2}{w^2 - w_0^2 - 2i\delta w}$$

$$U_R = IR = \frac{\mathcal{E}2i\delta w}{w_0^2 - w^2 + 2i\delta w}$$

Если контур обладает хорошей добротностью $Q = \frac{w_0}{2\delta}$, то резонансная частота $w_{\text{рез}} \approx w_0$, на которой в Q раз увеличивается напряжение на конденсаторе и катушке:

$$U_C = -i\mathcal{E}\frac{w_0}{2\delta} = -i\mathcal{E}Q, \quad U_L = i\mathcal{E}\frac{w_0}{2\delta} = i\mathcal{E}Q, \quad U_R = \mathcal{E}$$

Напряжения на катушке и конденсаторе находятся в противофазе, и всё напряжение источника находится на активном сопротивлении.

Добротность можно также измерить по амплитудно-частотной характеристике:

$$Q = \frac{w_0}{2\Delta w}$$

где $2\Delta w$ - ширина резонансной кривой на уровне $U = \frac{U_{\text{рез}}}{\sqrt{2}}$.

Установка

Последовательный контур подключен к источнику напряжения, на который подается сигнал с генератора. R_L и R_C - активные сопротивления катушки и конденсатора. Напряжения снимаются вольтметрами 1 и 2 со всей цепи и с конденсатора соответственно.

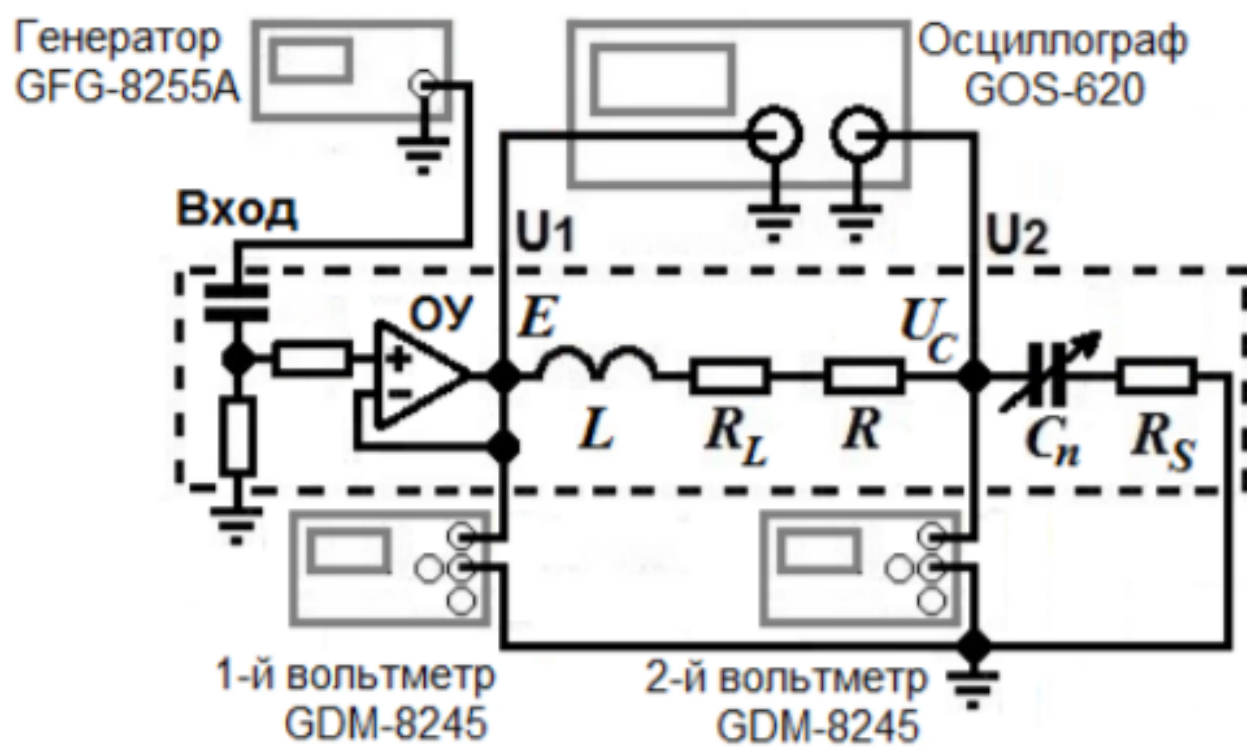


Рис. 1: Схема экспериментальной цепи