

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Резонансы в
цепях синусоидального тока

Новоженков П.А. ЭН-26

Цель работы

Исследование явления резонанса в последовательном и параллельном колебательных контурах и определение параметров колебательных контуров.

Задание 1. Напряжение, ток и сдиг фаз в контурах

Вариант 6	
$R_1 L_1 C_1$	$R_2 L_2 R_3 C_2$
$E = 6 \text{ В}$	$E = 6 \text{ В}$
$R_1 = 4 \text{ Ом}$	$R_2 = R_3 = 0.2 \text{ Ом}$
$L_1 = 40 \text{ мГн}$	$L_2 = 10 \text{ мГн}$
$C_2 = 160 \text{ мкФ}$	$C_2 = 160 \text{ мкФ}$

Найдем частоту резонанса по току и напряжению:

$$f_{PH} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}} = 62 \text{ Hz}$$

$$f_{PT} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_2}} \sqrt{\frac{\frac{L_2}{C_2} - R_2^2}{\frac{L_2}{C_2} - R_3^2}} = 125 \text{ Hz}$$

При резонансе по напряжению:

$$I_o = \frac{U}{R + (2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C})} \frac{U}{R} = 1.5 \text{ A}$$

$$U_R = I_o R = 6 \text{ V}$$

$$U_C = \frac{1}{2\pi f_{PH} C} = 16 \text{ V}$$

$$U_L = 2\pi f_{PH} L = 15.6 \text{ V}$$

При резонансе по току:

$$U_C = \frac{1}{2\pi f_{PH} C} = 16 \text{ V}$$

$$U_L = 2\pi f_{PH} L = 15.6 \text{ V}$$

$$X_L = 7.9 \text{ }\Omega$$

$$X_C = 8 \, \Omega$$

$$\varphi_1 = \arctan \frac{X_L}{R_2} = 88.55^\circ$$

$$\varphi_2 = -\arctan \frac{X_C}{R_2} = -88.57^\circ$$

$$Z_1 = R_2 + X_L = 8.1 \, \Omega$$

$$Z_2 = R_2 + X_C = 8.2 \, \Omega$$

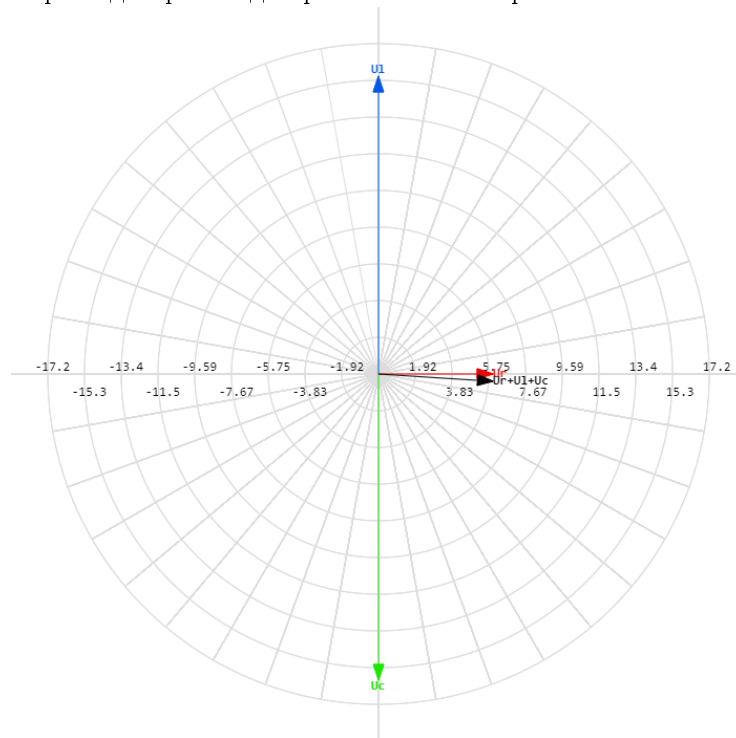
$$I_1 = \frac{E}{Z_1} = 0.740 \, A$$

$$I_2 = \frac{E}{Z_2} = 0.730 \, A$$

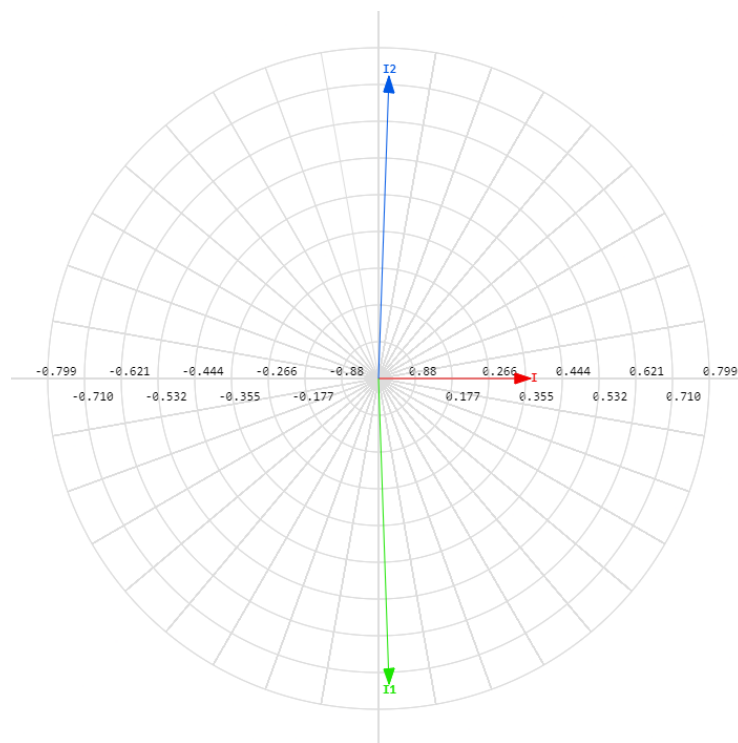
$$I = \frac{E}{Z_1 + Z_2} = 0.368 \, A$$

Задание 2. Построение векторных диаграмм

Векторная диаграмма для резонанса по напряжению:



Векторная диаграмма для резонанса по току:



Задание 3. Параметры колебательных контуров

Добротность:

$$Q_{PH} = \frac{U_C}{U} = 2.7$$

$$Q_{PT} = \frac{I_2 \sin \varphi_2}{I} = 1.99$$

Характеристическое сопротивление:

$$\rho = \frac{U_c}{I_o} = 10.7 \Omega$$

Характеристическая проводимость:

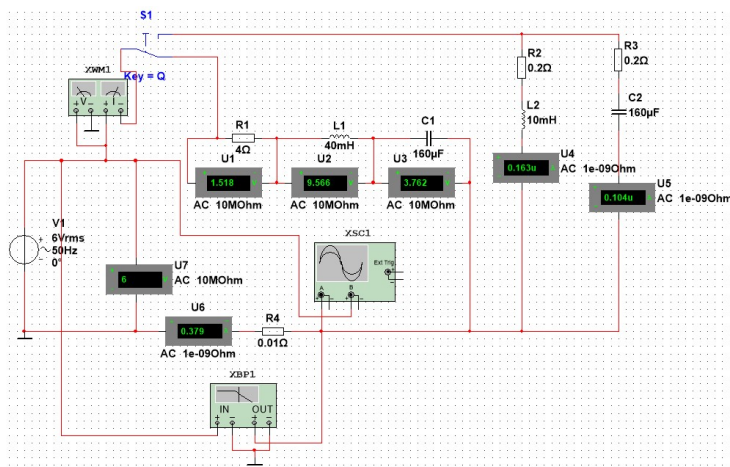
$$\frac{1}{\rho} = \frac{I_2 \sin \varphi_2}{U} = 0.07 \Omega^{-1}$$

Полоса пропускания:

$$\Delta f_{PH} \approx \frac{f_{PH}}{Q_{PH}} = 23 \text{ Hz}$$

$$\Delta f_{PT} \approx \frac{f_{PT}}{Q_{PT}} = 62.8 \text{ Hz}$$

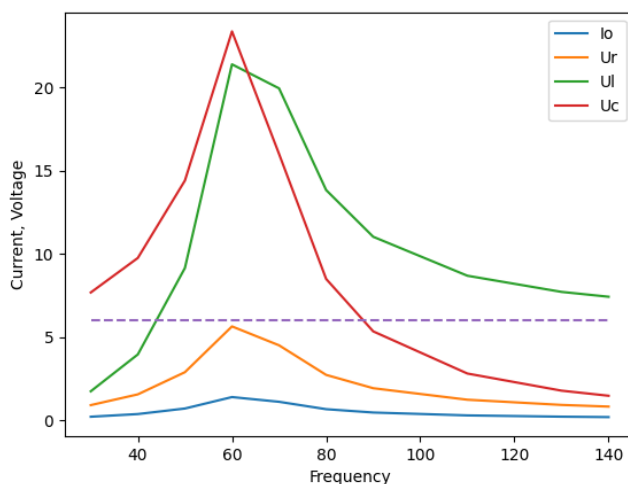
Задание 4. Исследование резонансных явлений в колебательных контурах



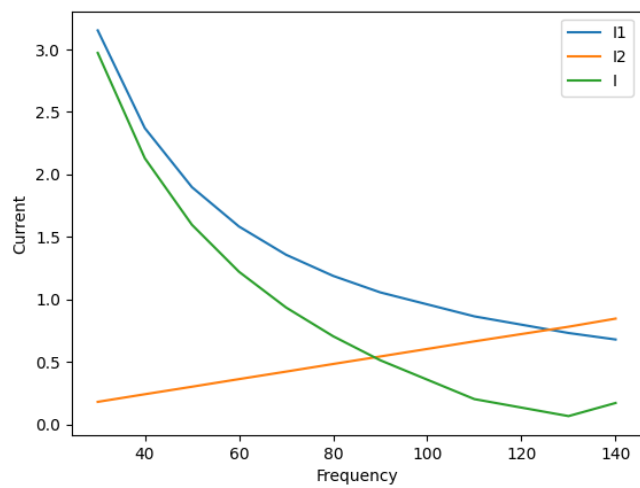
Положение ключа	Ток, напряжение, угол	Рассчитано		Измерено											
		Частота		Частота f, Гц											
		f_{res} , Гц	f_{gr} , Гц	30	40	50	60	70	80	90	110	130	140	f_p	
Нижнее	$I_{B, A}$	1.5		0.233	0.394	0.726	1.413	1.129	0.686	0.486	0.313	0.236	0.211	1.49	
	$U_{B, B}$			0.93	1.575	2.905	5.652	4.517	2.743	1.944	1.254	0.942	0.842	5.061	
	$U_{B, B}$			1.759	3.971	9.155	21.375	19.932	13.831	11.029	8.692	7.722	7.431	23.296	
	$U_{C, B}$			7.686	9.759	14.401	23.349	15.996	8.499	5.354	2.825	1.797	1.491	23.832	
Верхнее	$I_{B, A}$			3.153	2.371	1.899	1.584	1.358	1.189	1.057	0.865	0.732	0.68	0.761	
	$I_{B, A}$			0.181	0.242	0.302	0.363	0.423	0.484	0.544	0.665	0.782	0.847	0.756	
	I, A			2.973	2.13	1.598	1.222	0.936	0.706	0.514	0.203	0.067	0.172	0.039	
	$\varphi_{B, B}$														
	$\varphi_{C, B}$														

Задание 5. Построение графиков

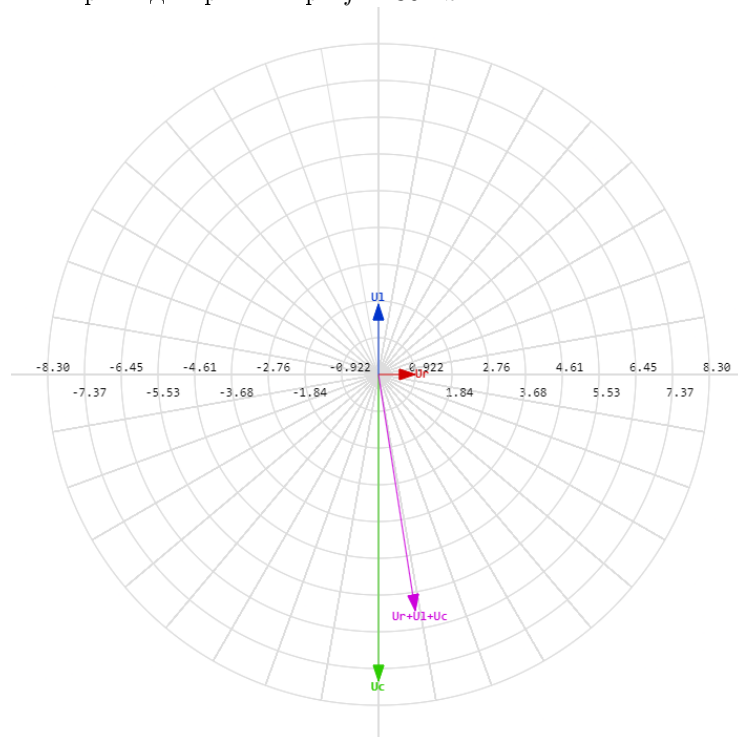
В последовательном соединении при наступлении определенной частоты возрастает напряжение на индуктивности и емкости.



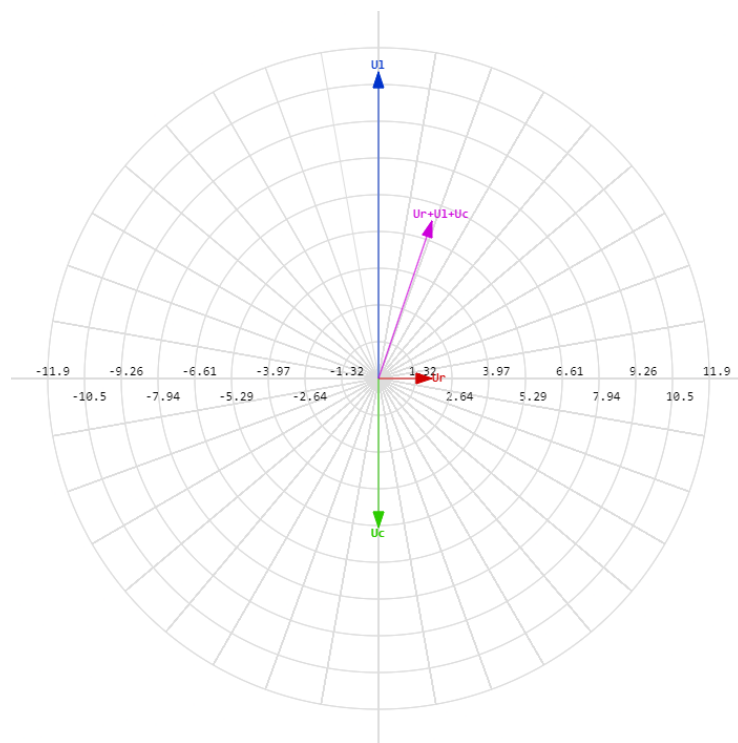
В параллельном соединении при наступлении определенной частоты токи в параллельных ветвях равны и в сумме превышают ток в цепи.



Векторная диаграмма при $f = 30\text{Hz}$:



Векторная диаграмма при $f = 90\text{Hz}$:



Вывод

В ходе данной лабораторной работы мы исследовали явления резонанса в последовательном и параллельном колебательных контурах и определили параметры колебательных контуров.