

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Кафедра теоретических основ электротехники

Лабораторной работа №3  
Вариант №1  
«Исследование простых цепей синусоидального тока»

Проверил:  
Батюков С.В.

Выполнил:  
студент гр. №950501  
Деркач А.В.

Минск 2020

## 1. Цель работы

Приобретение навыков работы с вольтметром, амперметром, генератором, фазометром. Экспериментальная проверка законов распределения токов и напряжений в последовательной, параллельной и последовательно-параллельной цепях гармонического тока.

## 2. Расчёт домашнего задания

Исходные данные варианта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Схема на рис.	$U$ , В	$f$ , Гц	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом	$L$ , мГн	$R_k$ , Ом	$C$ , мкФ
3.8	9	900	124,7	124,9	124,9	29,06	46,7	0,936

### Последовательная цепь:

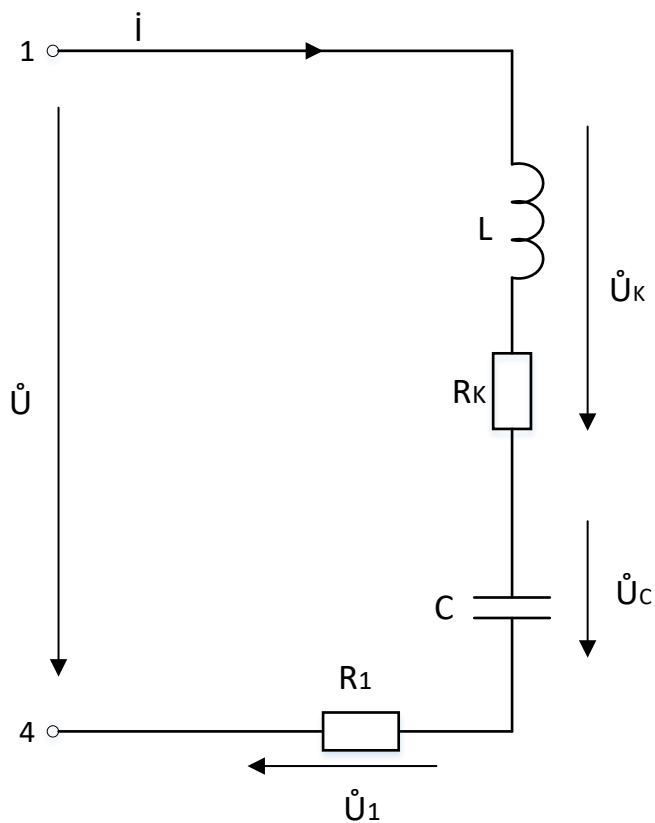


Рисунок 1 – Последовательное соединение элементов электрической цепи синусоидального тока

Найдем реактивное сопротивление индуктивности и емкости:

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 164,3304 \text{ Ом}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = 188,9304 \text{ Ом}$$

Затем найдём комплексное входное сопротивление цепи:

$$\begin{aligned} Z_{\text{вх}} &= R_1 + R_k + j\left(2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}\right) = 171,4 - 24,5999i = \\ &= 173,1563e^{-j8,1675^\circ} \text{ Ом} \end{aligned}$$

Теперь найдем комплексный ток и напряжение:

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z} = 0,0514 + 0,0074j = 51,9762e^{j8,1675^\circ} \text{ мА}$$

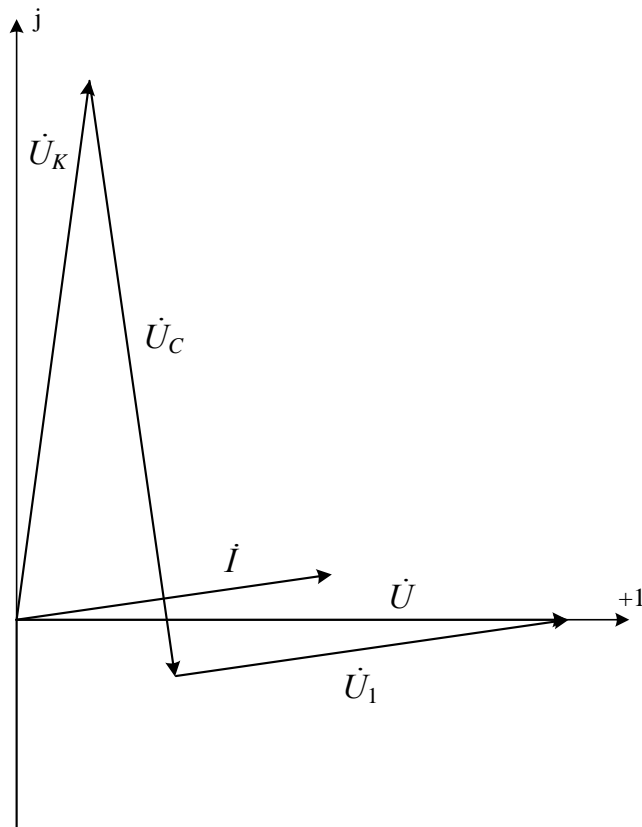
$$\dot{U}_k = \dot{I}(R_k + jX_L) = 1,1892 + 8,7995i = 8,8795e^{j82,3032^\circ} \text{ В}$$

$$\dot{U}_C = \dot{I}(-jX_C) = 1,3951 - 9,7203j = 9,8199e^{-j81,8325^\circ} \text{ В}$$

$$\dot{U}_1 = \dot{I}R_1 = 6,4157 + 0,9208i = 6,4814e^{j8,1675^\circ} \text{ В}$$

Посл. цепь	$X_L$ , Ом	$X_C$ , Ом	$Z_{\text{вх}}$		$I$		$U_k$		$U_C$		$U_1$	
			$Z_{\text{вх}}$ , Ом	$\Psi$ , град	$I$ , мА	$\Psi$ , град	$U_k$ , В	$\Psi$ , град	$U_C$ , В	$\Psi$ , град	$U_1$ , В	$\Psi$ , град
Расчёт	164,33	188,93	173,16	-8,17	51,98	8,17	8,88	82,30	9,82	-81,83	6,48	8,17
Опыт												

## Векторная диаграмма



## Параллельная цепь:

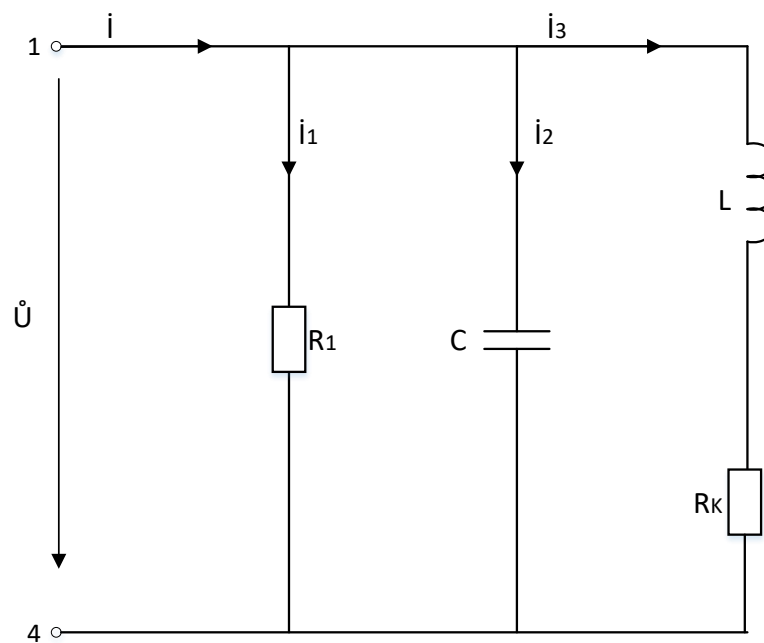


Рисунок 2 – Параллельное соединение элементов электрической цепи синусоидального тока

Найдем комплексный ток и напряжение:

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}}{R_1} = 72,1732 \text{ мА}, \quad \varphi = 0^\circ$$

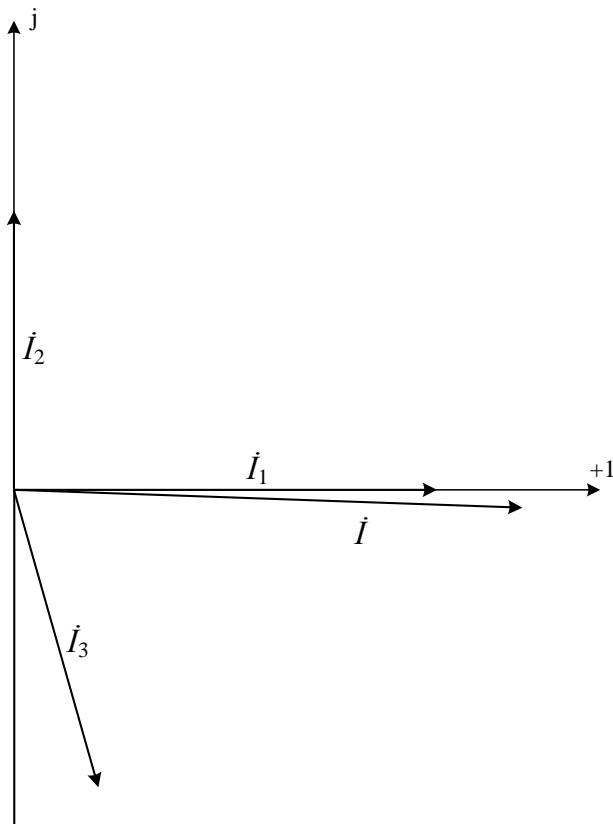
$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}}{-jX_C} = 0,0476j = 47,6366e^{j90^\circ} \text{ мА}$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}}{jX_L + R_k} = 0,0144 - 0,0507j = 52,6817e^{-j74,1357^\circ} \text{ мА}$$

$$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 0,0866 - 0,003j = 86,6276e^{-j2,0101^\circ} \text{ мА}$$

Парал. цепь	$I$		$I_1$		$I_2$		$I_3$	
	I, мА	Ψ, град	$I_1$ , мА	Ψ, град	$I_2$ , мА	Ψ, град	$I_3$ , мА	Ψ, град
Расчёт	86,63	-2,01	72,17	0	47,64	90	52,68	-74,14
Эксп.								

### Векторная диаграмма



### Разветвлённая цепь

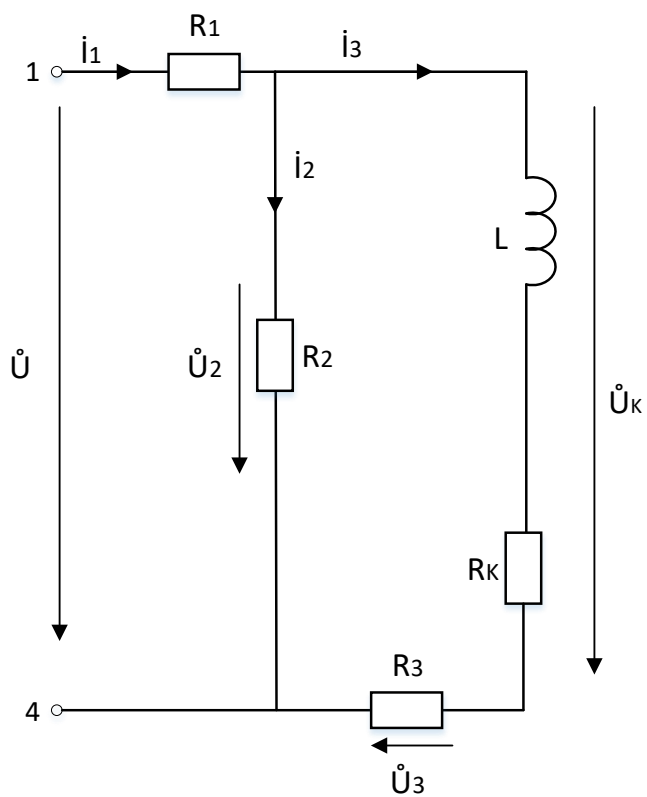


Рисунок 3 – Схема смешанного соединения элементов электрической цепи

Найдём комплексное входное сопротивление цепи:

$$Z = R_1 + \frac{R_2(R_3 + R_k + jX_L)}{R_2 + R_3 + R_k + jX_L} = 209,35 + 22,3079j \\ = 210,5352e^{j6,0824^\circ} \text{ Ом}$$

Теперь найдём комплексный ток и напряжение:

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}}{Z} = 0,0425 - 0,0045j = 42,7482e^{-j6,0824^\circ} \text{ мА}$$

$$\dot{I}_2 = \dot{I}_1 \frac{R_3 + R_k + jX_L}{R_2 + R_3 + R_k + jX_L} = 0,0296 + 0,0045j \\ = 29,9614e^{j8,6812^\circ} \text{ мА}$$

$$\dot{I}_3 = \dot{I}_1 - \dot{I}_2 = 0,0129 - 0,0091j = 15,7503e^{-j35,0791^\circ} \text{ мА}$$

$$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 0,085 - 0,0091j = 85,4964e^{-j6,0824^\circ} \text{ мА}$$

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 R_1 = 5,3007 - 0,5648j = 5,3307e^{-j6,0824^\circ} \text{ В}$$

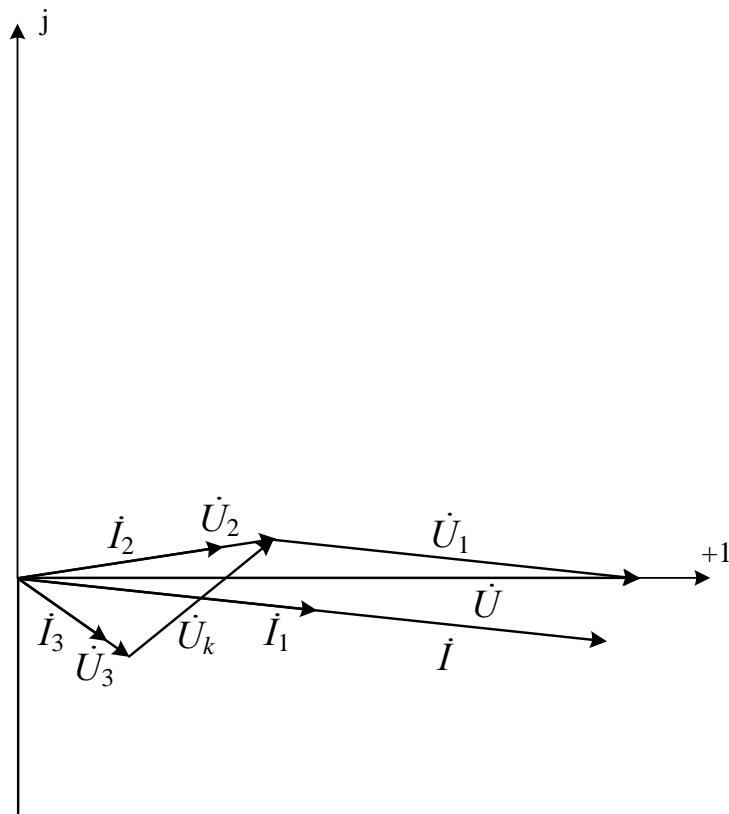
$$\dot{U}_2 = \dot{I}_2 R_2 = 3,6993 + 0,5648j = 3,7422e^{j8,6812^\circ} \text{ В}$$

$$\dot{U}_3 = \dot{I}_3 R_3 = 1,6099 - 1,1306j = 1,9672e^{-j35,0791^\circ} \text{ В}$$

$$\dot{U}_k = \dot{I}_3 (R_k + jX_L) = 2,0894 + 1,6954j = 2,6907e^{j39,0566^\circ} \text{ В}$$

Разв. цепь	$I_1$		$I_2$		$I_3$		$U_1, \text{ В}$	$U_2, \text{ В}$	$U_3, \text{ В}$	$U_k$	
	$I_1, \text{ мА}$	$\Psi, \text{ град}$	$I_2, \text{ мА}$	$\Psi, \text{ град}$	$I_3, \text{ мА}$	$\Psi, \text{ град}$				$U_k, \text{ В}$	$\Psi, \text{ град}$
Расчёт	42,75	-6,08	29,96	8,68	15,75	-35,08	5,33	3,74	1,97	2,69	39,06
Эксп.											

## Векторная диаграмма



## Баланс мощностей цепи

$$S_{\text{ист}} = P_{\text{потр}} + jQ_{\text{потр}} = \dot{U}\dot{I} = 0,3826 - 0,0408j \\ = 0,3847e^{-j6,0824^\circ}$$

$$P_{\text{потр}} = |I_1|^2 R_1 + |I_2|^2 R_2 + |I_3|^2 (R_3 + R_k) = 0,3826 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{потр}} = |I_3|^2 X_L = 0,0408 \text{ Вт}$$

$$\cos(\varphi) = \left| \frac{P_{\text{потр}}}{S_{\text{ист}}} \right| = 0,9944$$

## Вывод

Проведены исследования простых электрических цепей переменного тока. Произведён теоретический расчёт и экспериментальные измерения напряжений, токов, и фазовых сдвигов напряжений на элементах схемы. По результатам работы построены топографические и векторные диаграммы токов и напряжений, составлен баланс мощностей.