

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

Кафедра теоретических основ электротехники

Лабораторная работа №3
Вариант №4
«Исследование простых цепей синусоидального тока»

Проверил

Выполнил

Нехайчик Е. В.

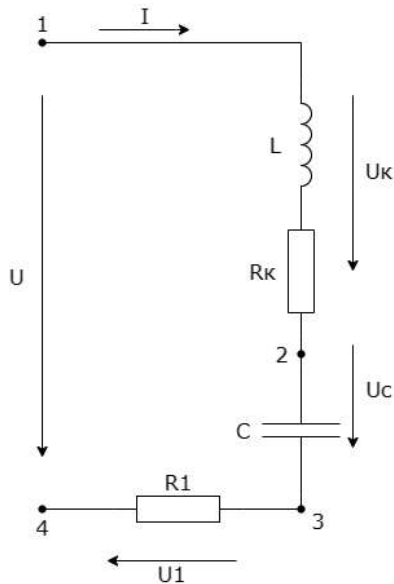
Шумигай В. В.

Кульбеда Е. А.

ст. гр. 020601

$$\begin{array}{llll}
 U := 10 & R_1 := 110 & R_3 := 109.9 & r_K := 58.7 \\
 f := 800 & R_2 := 109.6 & L := 44.3 \cdot 10^{-3} & C := 1.04 \cdot 10^{-6}
 \end{array}$$

1) Расчет последовательной цепи



а) Определим модули сопротивлений индуктивности и емкости:

$$X_L := 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 222.676$$

$$X_C := \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = 191.292$$

б) определим полное комплексное сопротивление цепи:

$$Z := R_1 + r_K + j(X_L - X_C) = 168.7 + 31.384j \quad Z = 171.594 \angle 10.539^\circ$$

в) по закону Ома определяем полный комплексный ток в цепи:

$$I := \frac{U}{Z} = 0.057 - 0.011j \quad I = 0.058 \angle -10.539^\circ$$

г)

$$\begin{array}{ll}
 U_1 := I \cdot R_1 = 6.302 - 1.172j & U_1 = 6.41 \angle -10.539^\circ \\
 U_K := I \cdot (r_K + j \cdot X_L) = 5.737 + 12.132j & U_K = 13.42 \angle 64.694^\circ \\
 U_C := I \cdot (-j \cdot X_C) = -2.039 - 10.96j & U_C = 11.148 \angle -100.539^\circ
 \end{array}$$

б) Составление баланса мощностей

$$\begin{array}{ll}
 S_{ucm} := U \cdot \bar{I} = 0.573 + 0.107j & P_{ucm} := \operatorname{Re}(S_{ucm}) = 0.573 \\
 & Q_{ucm} := \operatorname{Im}(S_{ucm}) = 0.107
 \end{array}$$

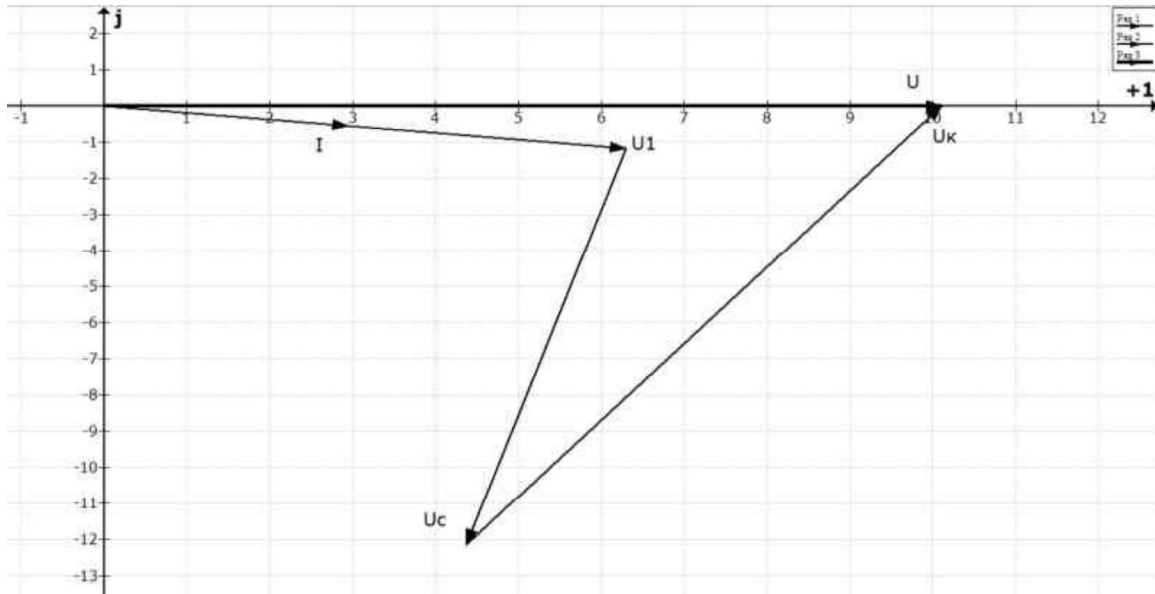
$$P_{nomp} := |I|^2 \cdot R_1 + |I|^2 \cdot r_K = 0.573$$

$$Q_{nomp} := |I|^2 \cdot (-X_C) + |I|^2 \cdot X_L = 0.107$$

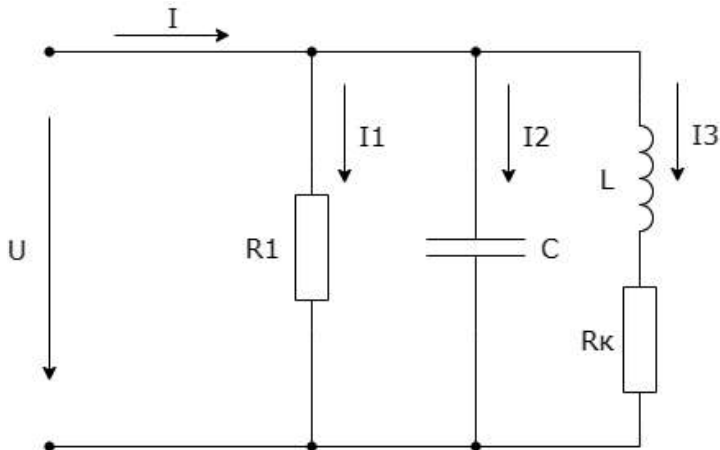
Коэффициент мощности цепи:

$$\cos(\varphi) := \frac{P_{nomp}}{\sqrt{P_{nomp}^2 + Q_{nomp}^2}} = 0.983$$

д) построение топографической диаграммы напряжений



2) Расчет параллельной цепи



а) рассчитаем по закону Ома комплексные токи I_1 , I_2 , I_3 :

$$I_1 := \frac{U}{R_1} = 0.091$$

$$I_2 := \frac{U}{-1j \cdot X_C} = 0.052j \quad I_2 = 0.052 \angle 90^\circ$$

$$I_3 := \frac{U}{r_K + 1j \cdot X_L} = 0.011 - 0.042j$$

$$I_3 = 0.043 \angle -75.232^\circ$$

$$I := I_1 + I_2 + I_3 = 0.102 + 0.01j$$

$$I = 0.102 \angle 5.76^\circ$$

б) Составление баланса мощностей

$$S_{ucm} := U \cdot \bar{I} = 1.02 - 0.103j$$

$$P_{ucm} := \operatorname{Re}(S_{ucm}) = 1.02$$

$$Q_{ucm} := \operatorname{Im}(S_{ucm}) = -0.103$$

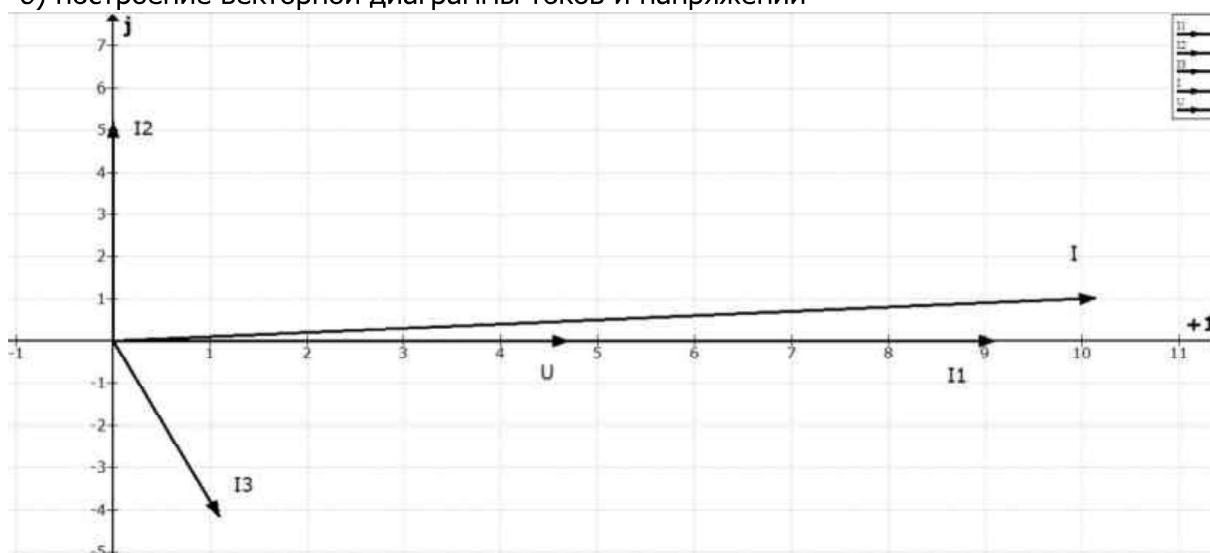
$$P_{nomp} := |I_1|^2 \cdot R_1 + |I_3|^2 \cdot r_K = 1.02$$

$$Q_{nomp} := |I_2|^2 \cdot (-X_C) + |I_3|^2 \cdot X_L = -0.103$$

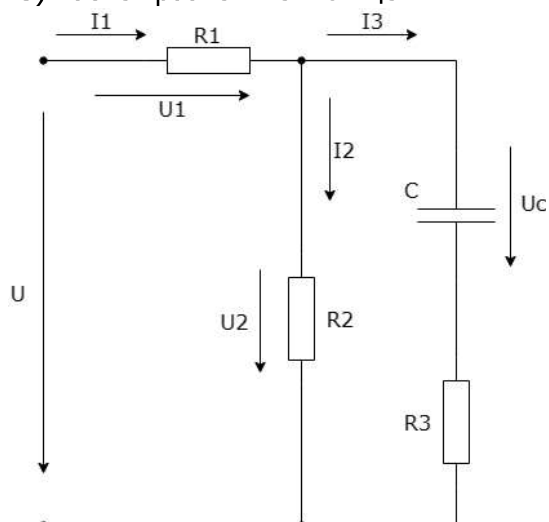
Коэффициент мощности цепи:

$$\cos(\varphi) := \frac{P_{nomp}}{\sqrt{P_{nomp}^2 + Q_{nomp}^2}} = 0.995$$

б) построение векторной диаграммы токов и напряжений



3) Расчет разветвлённой цепи



а) методом эквивалентных преобразований рассчитаем разветвленную цепь

$$Z := R_1 + \frac{R_2 \cdot (R_3 - 1j \cdot X_C)}{R_2 + R_3 - 1j \cdot X_C} = 188.497 - 27.106j \quad Z = 190.436 \angle -8.183^\circ$$

По закону Ома определяем ток в неразветвленной части схемы:

$$I_1 := \frac{U}{Z} = 0.052 + 0.007j \quad I_1 = 0.053 \angle 8.183^\circ$$

По правилу плеч найдем ток I_2 :

$$I_2 := I_1 \cdot \frac{R_3 - 1j \cdot X_C}{R_2 + R_3 - 1j \cdot X_C} = 0.039 - 0.008j \quad I_2 = 0.04 \angle -10.867^\circ$$

Из первого закона Киргофа найдем ток I_3 :

$$I_3 := I_1 - I_2 = 0.013 + 0.015j \quad I_3 = 0.02 \angle 49.255^\circ$$

Найдем комплексные напряжения всех элементов:

$$\begin{aligned} U_1 &:= I_1 \cdot R_1 = 5.717 + 0.822j & U_1 &= 5.776 \angle 8.183^\circ \\ U_2 &:= I_2 \cdot R_2 = 4.283 - 0.822j & U_2 &= 4.361 \angle -10.867^\circ \\ U_3 &:= I_3 \cdot R_3 = 1.418 + 1.646j & U_3 &= 2.172 \angle 49.255^\circ \\ U_C &:= I_3 \cdot (-1j \cdot X_C) = 2.865 - 2.468j & U_C &= 3.781 \angle -40.745^\circ \end{aligned}$$

б) Составление баланса мощностей

$$\begin{aligned} S_{ucm} &:= U \cdot \overline{I_1} = 0.52 - 0.075j & P_{ucm} &:= \operatorname{Re}(S_{ucm}) = 0.52 \\ & & Q_{ucm} &:= \operatorname{Im}(S_{ucm}) = -0.075 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nomp} &:= |I_1|^2 \cdot R_1 + |I_2|^2 \cdot R_2 + |I_3|^2 \cdot R_3 = 0.52 \\ Q_{nomp} &:= |I_3|^2 \cdot (-X_C) = -0.075 \end{aligned}$$

Коэффициент мощности цепи:

$$\cos(\varphi) := \frac{P_{nomp}}{\sqrt{P_{nomp}^2 + Q_{nomp}^2}} = 0.99$$

в) построение топографической диаграммы напряжения всех элементов и совмещенной с ней векторной диаграммы токов

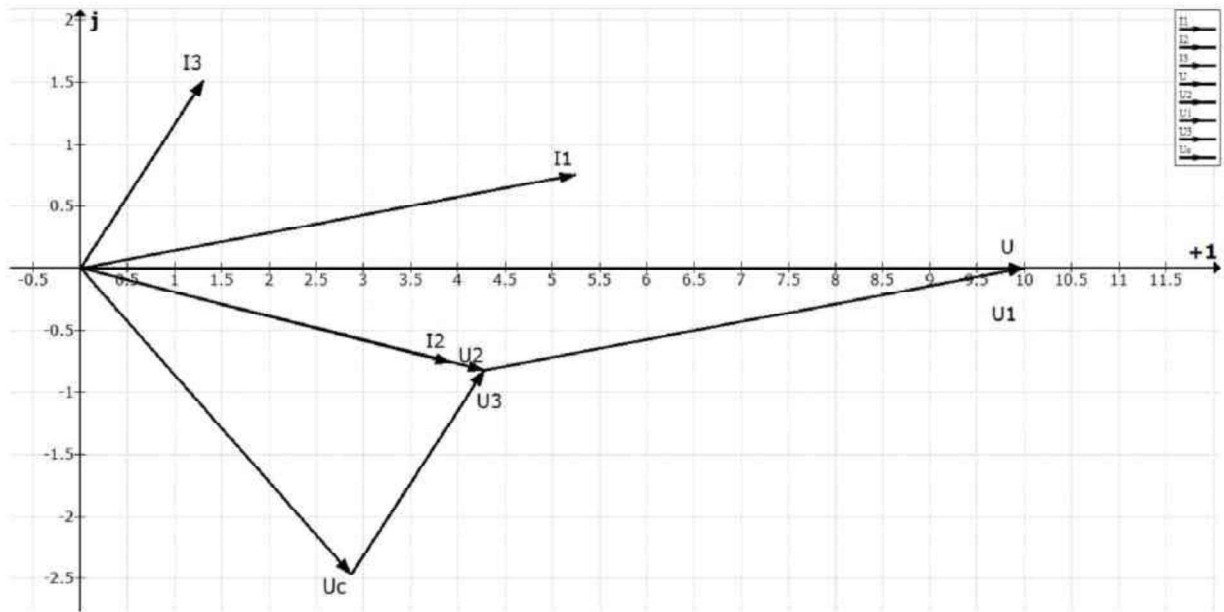


Таблица 3.2

Цепь на рис. 3.5	X_L , Ом	X_C , Ом	Z_{BX}		I		U_K		U_C		U_1	
			Z_{BX} , Ом	φ , град	I , мА	ψ_1 , град	U_K , В	ψ_{UK} , град	U_C , В	ψ_{UC} , град	U_1 , В	ψ_{UC} , град
Расчет	222.6	191.3	171.6	10.5	58	-10.5	13.42	64.7	11.15	-100.5	6.41	-10.5
Опыт	—	—	—	—	57	14.2	13.84	—	10.96	—	6.26	-14.2

Таблица 3.3

Цепь на рис. 3.6	I		I_1		I_2		I_3	
	I , мА	ψ_I , град	I_1 , мА	ψ_{I_1} , град	I_2 , мА	ψ_{I_2} , град	I_3 , мА	ψ_{I_3} , град
Расчет	102	5.76	91	0	52	90	43	-75.232
Опыт	106	37.7	91.7	—	45.9	—	39.2	—

Таблица 3.4

Разветвленная цепь	I_1		I_2		I_3		U_1 , В	U_2 , В	U_3 , В	U_K		U_C	
	I_1 , мА	ψ_{I_1} , град	I_2 , мА	ψ_{I_2} , град	I_3 , мА	ψ_{I_3} , град				U_K , В	ψ_{UK} , град	U_C , В	ψ_{UC} , град
Расчет	53	8.1	40	-10.9	20	49.3	5.78	4.36	2.17	—	—	3.78	-40.75
Опыт	52.3	8.0	39.7	-10.8	19.6	48.6	5.73	4.32	2.12	—	—	3.73	—