#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

# ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО"

#### ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

### Лабораторная работа №3:

# «Исследование линейных двухполюсников в электрических цепях однофазного синусоидального тока»

по дисциплине Электротехника Вариант №12

Выполнил: Студент группы

R3237 Осинина Т. С

Преподаватель: Горшков К.С.

- 1) **Цель работы:** исследование свойств линейных цепей синусоидального тока, а также особых режимов работы, таких как резонанс напряжений и токов
- 2) Объект исследования: исследование режимов работы.
- 3) Метод экспериментального исследования:
  - 1. Анализ
  - 2. Лабораторный эксперимент (в программе LTspice)

#### 4) План работы

#### Часть 1:

1. Измерение действующих значений входного напряжения, тока и фазового сдвига между ними для каждого двухполюсника таблицы 1. Сравнение результатов с расчётными значениями.

#### Часть 2:

- 1. Исследование и анализ частотных характеристик электрической цепи с последовательным соединением резистивного, индуктивного и ёмкостного элементов.
- 2. Исследование и анализ частотных характеристик электрической цепи с параллельным соединением ветвей с индуктивным и ёмкостным элементами.

#### 5) Часть 1

Таблица №1

№	Схема двухполюсника	Расчётные соотношения
1	$R_1$	$I = U/Z$ , $R = R_1$ , $X = 0$ , $Z = R_1$ , $\varphi = arctg(0/R_1) = 0$
2	- C	$I = U/Z, R = 0, X = -X_C = -1/(\omega \cdot C),$ $Z = X_C, \varphi = \operatorname{arctg}(-\infty) = -\pi/2$
3	$R_1$ $C$	$I = U/Z, R = R_1, X = -X_C = -1/(\omega \cdot C)$ $Z = \sqrt{R^2 + X^2}, \varphi = \operatorname{arctg}(X/R)$
4	$R_k$ $L$	$I = U/Z, R = R_k, X = X_L = \omega \cdot L,$ $Z = \sqrt{R^2 + X^2}, \varphi = \operatorname{arctg}(X/R)$
5	$R_1$ $R_k$ $L$	$I = U/Z, R = R_1 + R_k, X = X_L = \omega \cdot L,$ $Z = \sqrt{R^2 + X^2}, \varphi = \operatorname{arctg}(X/R)$

6	$R_1$ $C$ $R_k$ $L$	$I = U/Z, R = R_1 + R_k,$ $X = X_L - X_C = \omega \cdot L - 1/(\omega \cdot C)$ $Z = \sqrt{R^2 + X^2}, \phi = \operatorname{arctg}(X/R)$
7	R	$I = U \cdot Y, G = 1/R_1, B = -B_C = -\omega \cdot C$ $Y = \sqrt{G^2 + B^2}, \varphi = \operatorname{arctg}(B/G)$
8	$R_{k}$ $L$	$I = U \cdot Y, G = G_1 + G_k, G_1 = 1/R_1,$ $G_k = R_k / (R_k^2 + X_L^2), B = B_k - B_1,$ $B_1 = 0, B_k = X_L / (R_k^2 + X_L^2)$ $Y = \sqrt{G^2 + B^2}, \phi = arctg(B/G)$
9	$\begin{array}{c c} R_{1} & C \\ \hline R_{k} & L \end{array}$	$I = U \cdot Y, G = G_1 + G_k, G_1 = R_1 / (R_1^2 + X_C^2),$ $G_k = R_k / (R_k^2 + X_L^2), B = B_k - B_1,$ $B_1 = X_C / (R_1^2 + X_C^2), B_k = X_L / (R_k^2 + X_L^2)$ $Y = \sqrt{G^2 + B^2}, \phi = arctg(B/G)$

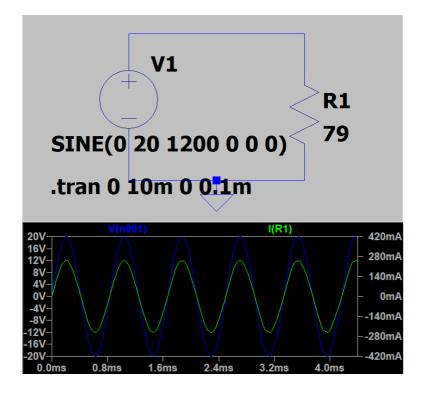
# Таблица №2

Номер	Параметры двухполюсников			Результаты измерений			Результаты вычислений		
схемы	$R_1$	$R_k$	L	С	U	I	φ	I	φ
•	Ом		мГн	мкФ	В	мА	0	мА	o
1	79	-	-	-	14,048	175	0	178	0
2	-	-	-	4,58	14	475	-90	483	-90
3	79	-	-	4,58	14.248	162.98	-22,5	180	-20,14
4	-	24	1751	-	14.403	1.7	90	1,1	89,9
5	79	24	1751	-	13.847	1.77	135		
6									
7									
8									

9

$$f=( exttt{N}^{ exttt{o}} exttt{варианта})\cdot (100)=(12)\cdot (100)=1200\ \Gamma$$
ц $\omega=2\pi f=2*3,14*1200=7536\ exttt{рад/c}$   $A=20$   $\phi=0$ 

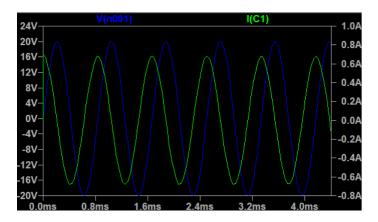
#### Схема и график цепи №1

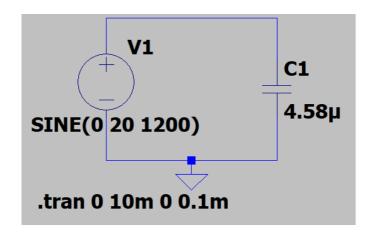


Расчет:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{14,048}{79} = 0,178 \text{ A}$$
  
 $\varphi = arctg(0 / R) = 0^{\circ}$ 

# Схема и график цепи №2

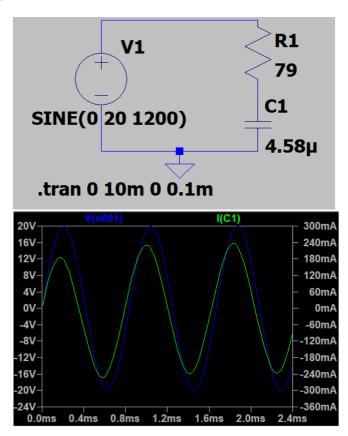




Расчет:

$$I = -U \cdot (\omega \cdot C) = -14 \cdot (7536 \cdot 4,58 \cdot 10^{-6}) = 0,483 \text{ A}$$
  
$$\varphi = \arctan(-\infty) = -\frac{\pi}{2} = -90^{\circ}$$

#### Схема и график цепи №3



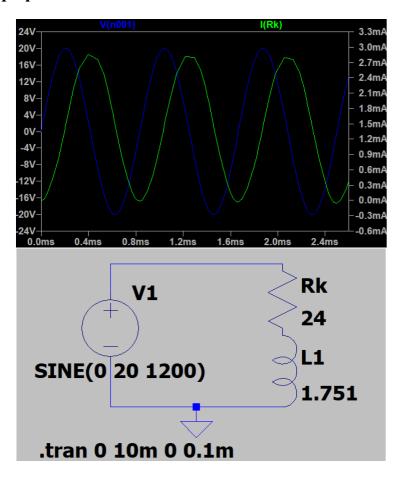
Расчет:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{-1}{\omega \cdot C}\right)^2}} = 0,18 \text{ A}$$

$$\varphi = arctg\left(\frac{-1}{\omega \cdot R}\right) = -20,14^{\circ}$$

$$\varphi_u = -180^{\circ} \cdot \frac{\Delta h}{h} = -180^{\circ} \cdot \frac{60 * 10^{-6}}{480 * 10^{-6}} = -22,5^{\circ}$$

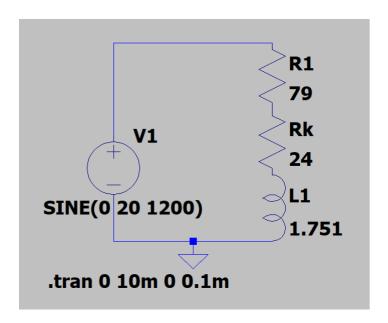
## Схема и график цепи №4

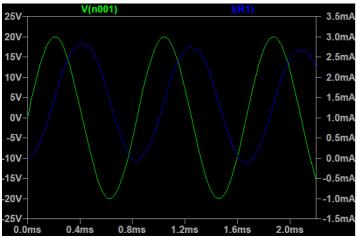


Расчет:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega \cdot L)^2}} = 1,1 \text{ мA}$$
 
$$\varphi = \arctan\left(\frac{\omega L}{R}\right) = 89,9^{\circ}$$
 
$$\varphi_u = 180^{\circ} \cdot \frac{\Delta h}{h} = 180^{\circ} \cdot \frac{0,2*10^{-3}}{400*10^{-6}} = 90^{\circ}$$

#### Схема и график цепи №5





Расчет:

$$I = \frac{U}{\sqrt{(R_1 + R_k)^2 + (\omega L)^2}} =$$

$$\varphi = \arctan\left(\frac{\omega L}{R_1 + R_k}\right) =$$

$$\varphi_u = 180^\circ \cdot \frac{\Delta h}{h} = 180^\circ \cdot \frac{0.3 * 10^{-3}}{400 * 10^{-6}} = 135^\circ$$

# <mark>Схема и график цепи №6</mark>

Расчет:

$$X_{L} = \omega L$$

$$X_{C} = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$I = \frac{U}{\sqrt{(R_{1} + R_{k})^{2} + (X_{L} - X_{C})^{2}}} = \frac{1}{\sqrt{(R_{1} + R_{k})^{2} + (X_{L} - X_{C})^{2}}}$$

$$\varphi = \operatorname{arctg}\left(\frac{X_L - X_C}{R_1 + R_k}\right) =$$

#### Схема и график цепи №7

Расчет:

$$I = U \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{R_1}\right)^2 + (-\omega \cdot c)^2} =$$

$$\varphi = \arctan(-\omega \cdot CR_1) =$$

#### Схема и график цепи №8

Расчет:

$$I = U \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{R_k}{(R_k^2 + X_L^2)}\right)^2 + \left(\frac{X_L}{(R_k^2 + X_L^2)} - 0\right)^2} =$$

$$\varphi = \arctan\left(\frac{\frac{X_L}{(R_k^2 + X_L^2)} - 0}{\frac{1}{R_1} + \frac{R_k}{(R_k^2 + X_L^2)}}\right) =$$

### Схема и график цепи №9

Расчет:

$$I=U\cdot\sqrt{G^2\cdot B^2}=$$
  $arphi=rctg\left(rac{B}{G}
ight)=$  , где  $G=rac{R_1}{(R_1^2-+X_c^2)}+rac{R_k}{(R_k^2+X_L^2)}=$   $B=rac{X_L}{R_k^2+X_L^2}-rac{X_C}{R_1^2+X_c^2}=$ 

- 6) Часть 2
- 7) Вывод