

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ І СПОРТУ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**

**КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ ЕОА**

**ЗВІТ**

з лабораторної роботи №5  
по курсу «Основи теорії кіл - 2»  
на тему «Гармонійні сигнали в найпростіших ланцюгах»

Виконав:

студент гр. ДК-82

Сопіра Р. Я.

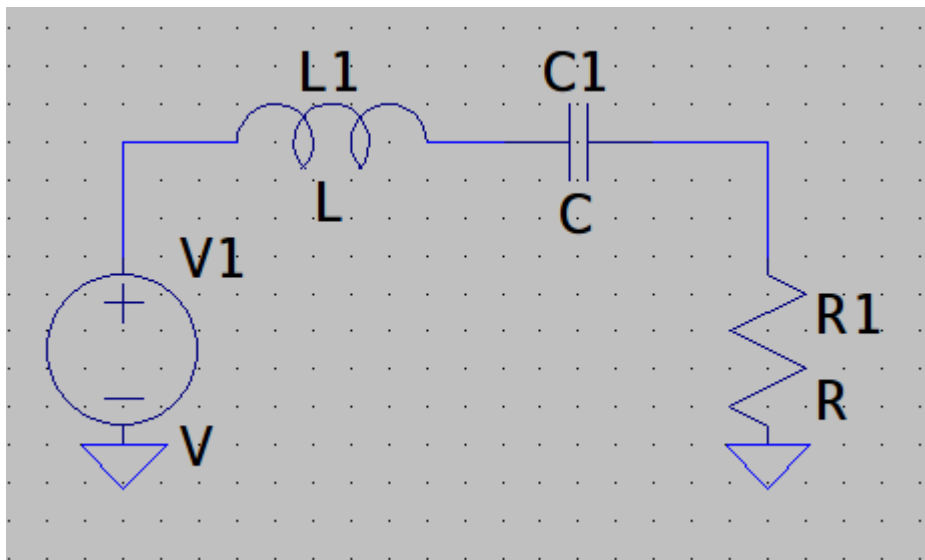
Перевірив:

доцент

Короткий Є. В.

Київ – 2020

## Послідовний контур



Використані значення:

$$R = 985 \text{ Ом},$$

$$L = 0.925 \text{ мГн},$$

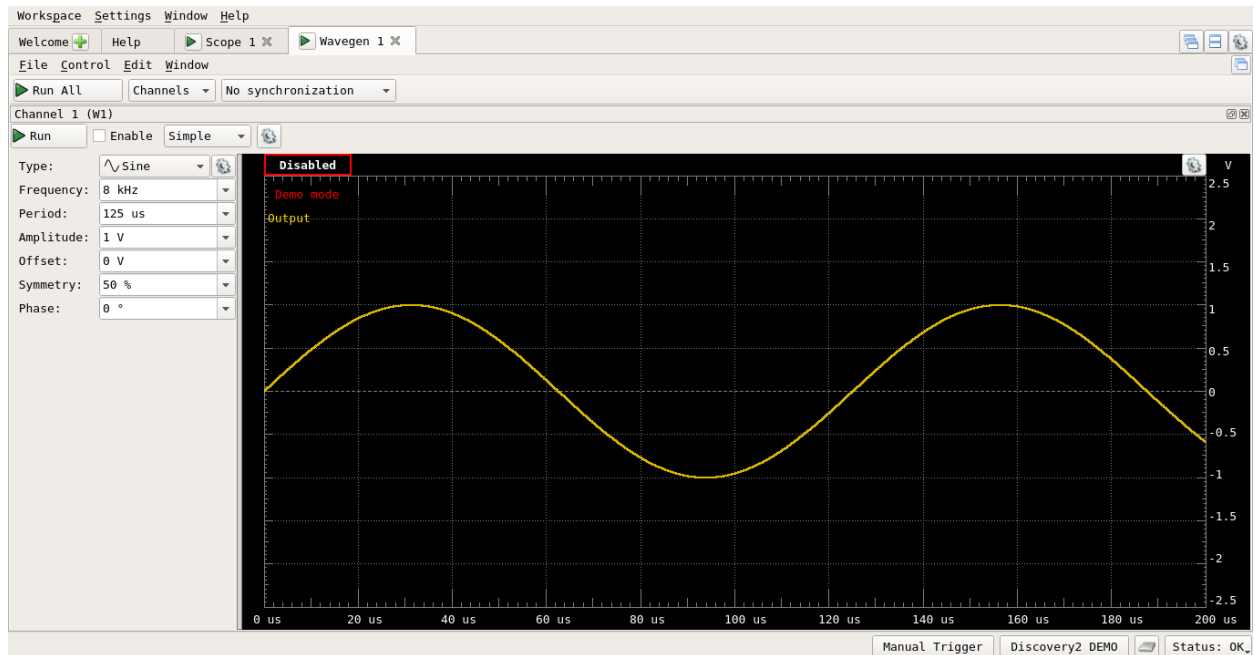
$$C = 138 \text{ нФ}$$

$$f_{\text{рез}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{0.925 \cdot 10^{-3} \cdot 138 \cdot 10^{-9}}} \approx 14.09 (\text{кГц})$$

Параметри вхідного сигналу:

$$U_{BX} = 1 \text{ В},$$

$$f = 8 \text{ кГц}$$

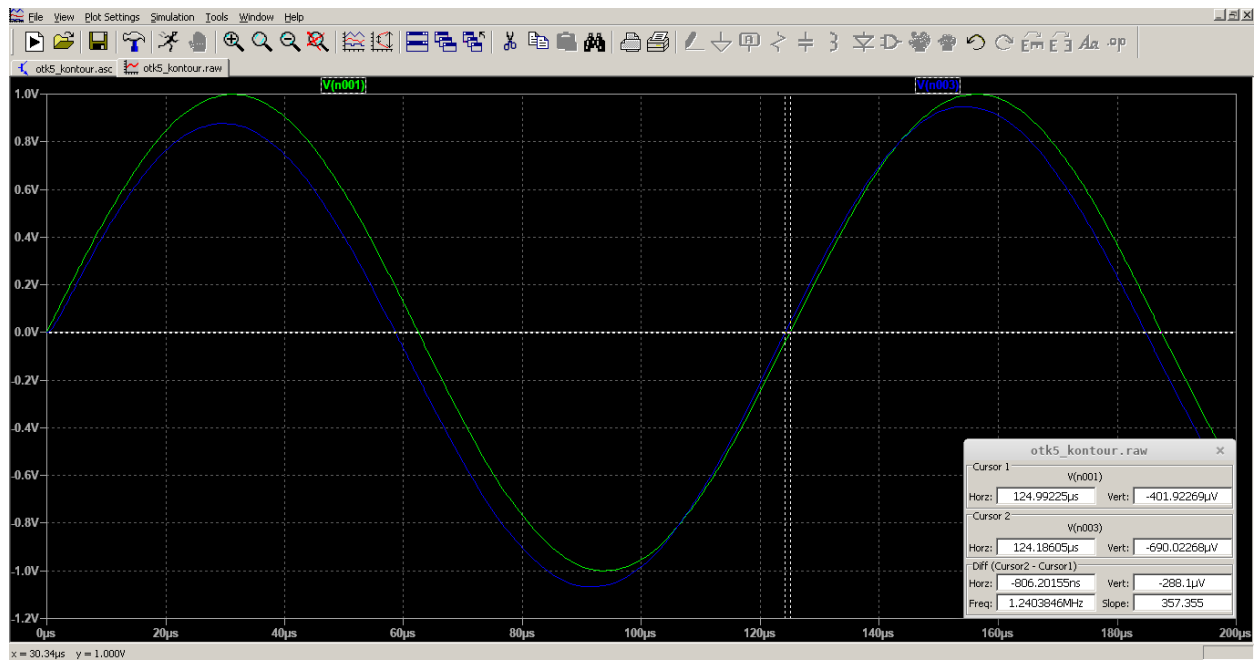
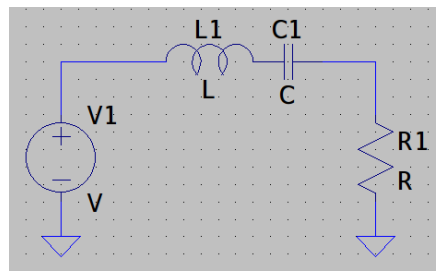


Для вимірювання фаз сигналів був використаний наступний скрипт:

===

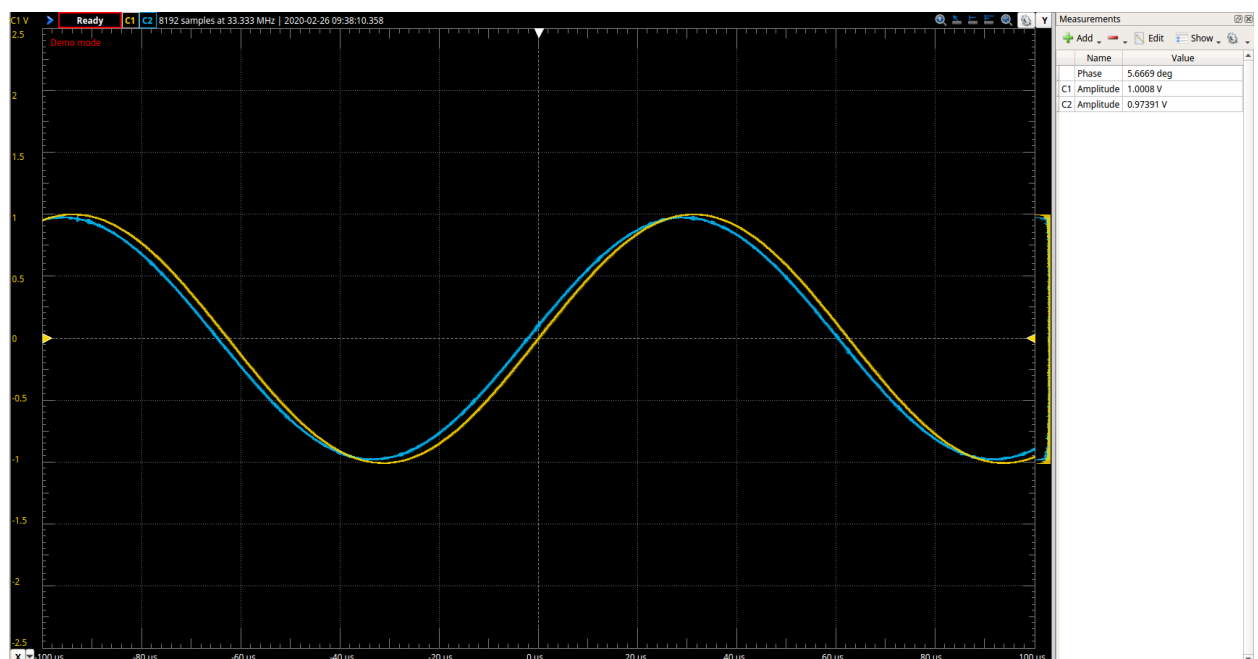
## Напруга на резисторі

LTSpice:



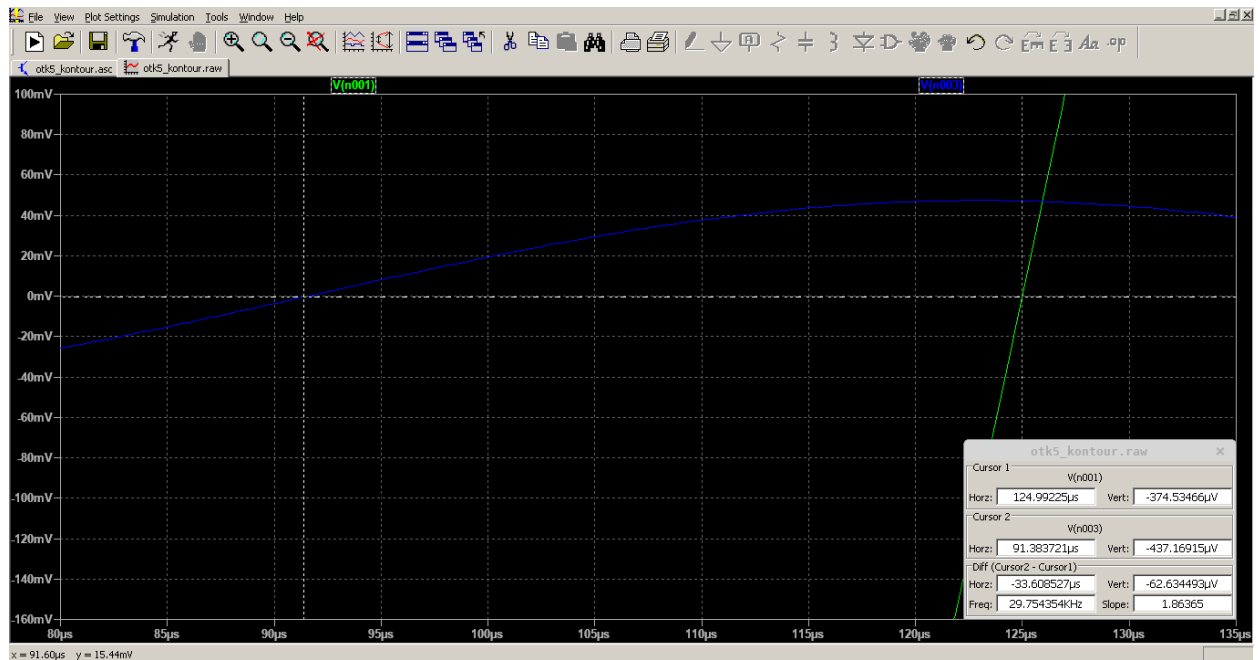
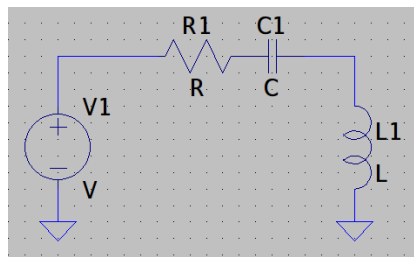
$$\varphi_R = \left( \frac{0.806}{125} \right) \cdot 360 = 2.32^\circ$$

Експеримент:



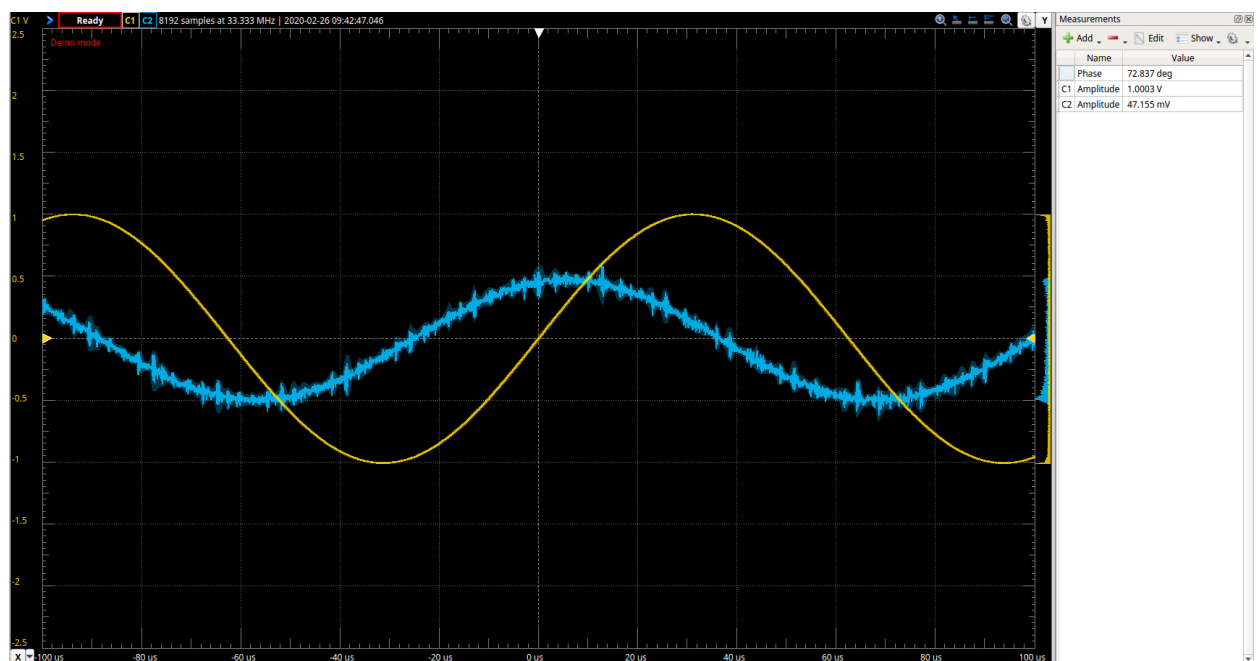
Напруга на котушці

LTSpice:



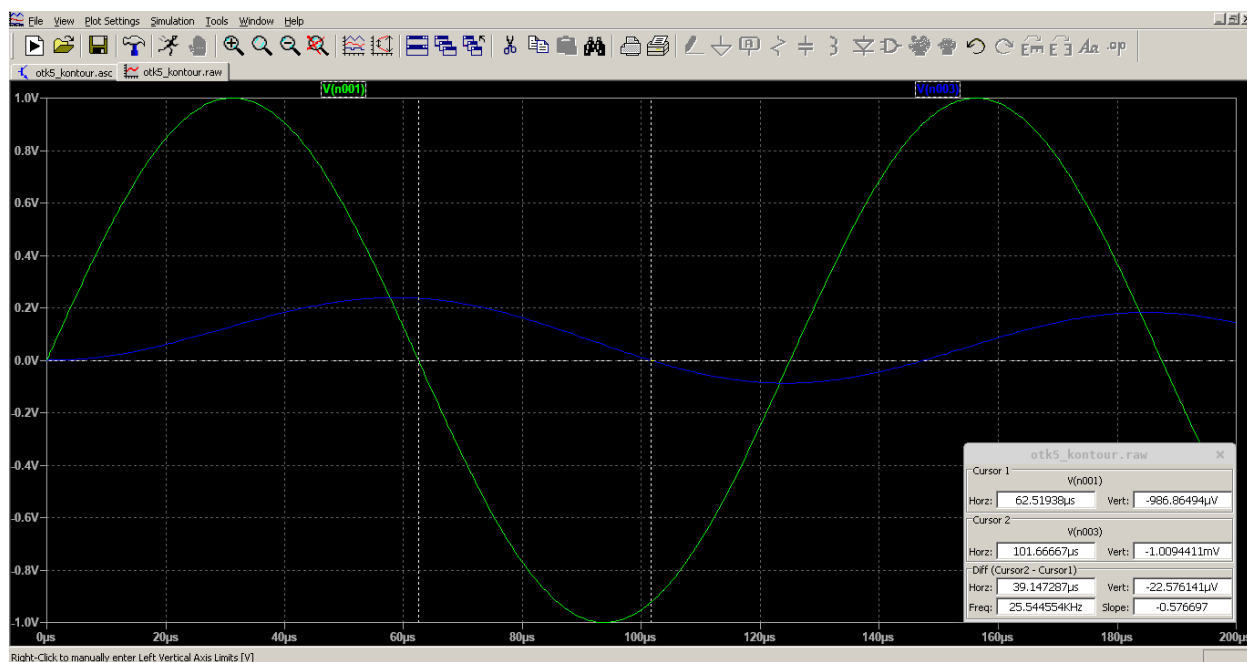
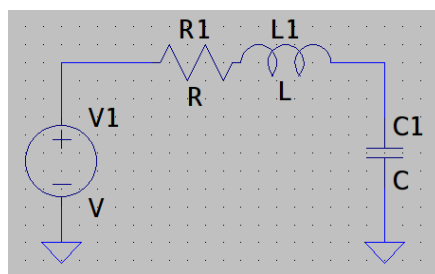
$$\varphi_L = \left( \frac{34}{125} \right) \cdot 360 \approx 98^\circ$$

Експеримент:



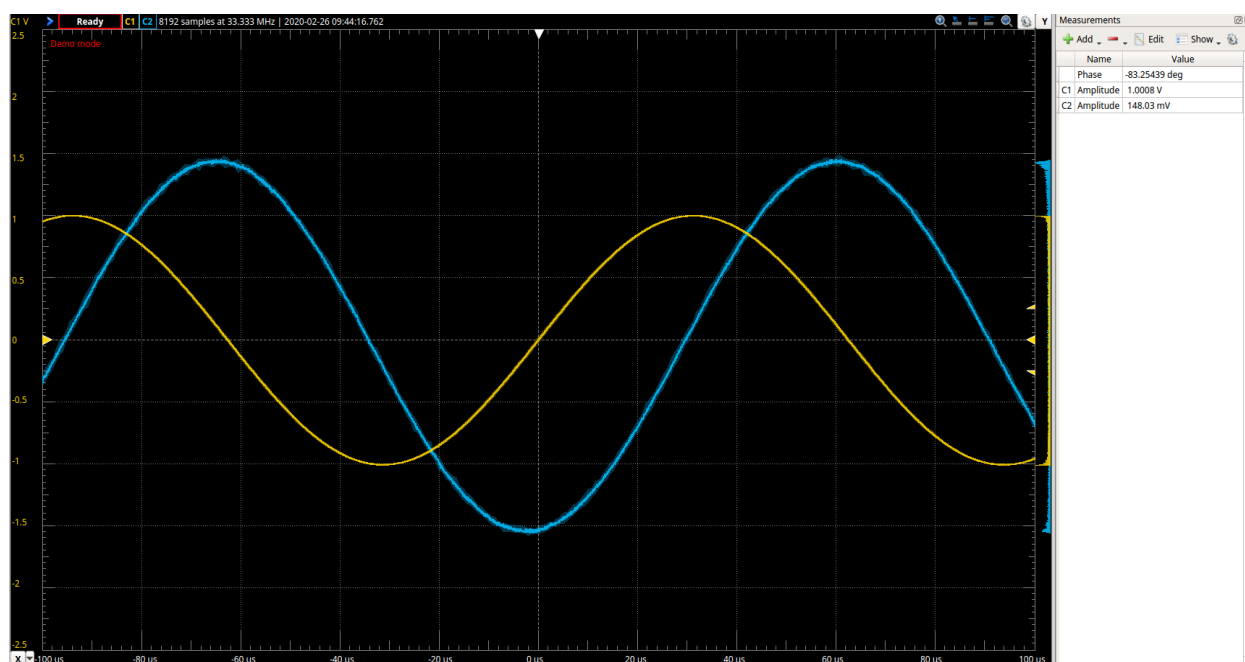
## Напруга на конденсаторі

LTSpice:



$$\varphi_C = \left( \frac{-39}{125} \right) \cdot 360 \approx -112^\circ$$

Експеримент:



## Результати вимірювань

Табл. 1

Сх.		$U_{BX}$	$\Delta\varphi$	$U_R$	$\Delta\varphi$	$U_C$	$\Delta\varphi$	$U_L$	$\Delta\varphi$	$I_{BX}$
-//-	<b>В, мА, °</b>	1	5.67	0.9739	-83.25	0.1480	72.84	0.0472	0.00	0.989
	<b>Діюче</b>	0.7071		0.6887		0.1047		0.0334		0.699

$I_{BX} = I_R = I_C = I_L$ , тому, що маємо послідовний контур; через це різниця фаз між напругою на вході та струмом буде нульовою.

Опори схеми:

1) :

$$X_R = R e^{j(\Delta\varphi)} = 985 e^{j(5.67)} = 980.18 + 97.32 j \text{ (Ом)}$$

$$X_L = 2\pi f \cdot L e^{j(\Delta\varphi)} = 2\pi \cdot 8 \cdot 0.925 = 46.5 e^{j(72.84)} = 13.72 + 44.43 j \text{ (Ом)}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C} e^{j(\Delta\varphi)} = \frac{1}{2\pi \cdot 8 \cdot 138 \cdot 10^{-6}} e^{j(-83.25)} = 144.16 e^{j(-83.25)} = 16.94 - 143.16 j \text{ (Ом)}$$

$$X_{BX} = X_C + X_L = 30.66 - 98.73 j = 103.38 e^{j(-72.75)} \text{ (Ом)}$$

$$Z_{BX} = X_R + X_{BX} = 1010.84 - 1.41 j = 1010.84 e^{j(-0.08)} \text{ (Ом)}$$

$$\dot{Y}_{BX} = \frac{1}{Z_{BX}} = \frac{1}{1010.84} e^{j(0.08)} = 0.989 e^{j(0.08)} \text{ (мСм)}$$

Струм у схемі:

$$\dot{I}_{BX} = \frac{\dot{U}_{BX}}{Z_{BX}} = \frac{1 e^{j(0)}}{1010.84 e^{j(-0.08)}} = 0.989 e^{j(0.08)} \text{ (мА)}$$

2) :

$$\dot{X}_R = \frac{\dot{U}_R}{\dot{I}_{BX}} = \frac{0.9739 e^{j(5.67)}}{0.000989 e^{j(0.08)}} = 984.63 e^{j(5.59)} = 979.95 + 95.9 j \text{ (Ом)}$$

$$\dot{X}_L = \frac{\dot{U}_L}{\dot{I}_{BX}} = \frac{0.0472 e^{j(72.84)}}{0.000989 e^{j(0.08)}} = 47.73 e^{j(72.76)} = 14.15 + 45.59 j \text{ (Ом)}$$

$$\dot{X}_C = \frac{\dot{U}_C}{\dot{I}_{BX}} = \frac{0.148 e^{j(-83.25)}}{0.000989 e^{j(0.08)}} = 149.65 e^{j(-83.33)} = 17.38 - 148.64 j \text{ (Ом)}$$

$$\dot{X}_{BX} = \dot{X}_C + \dot{X}_L = 31.53 - 103.05 j = 107.77 e^{j(-73.00)} \text{ (Ом)}$$

## Векторна діаграма напруг

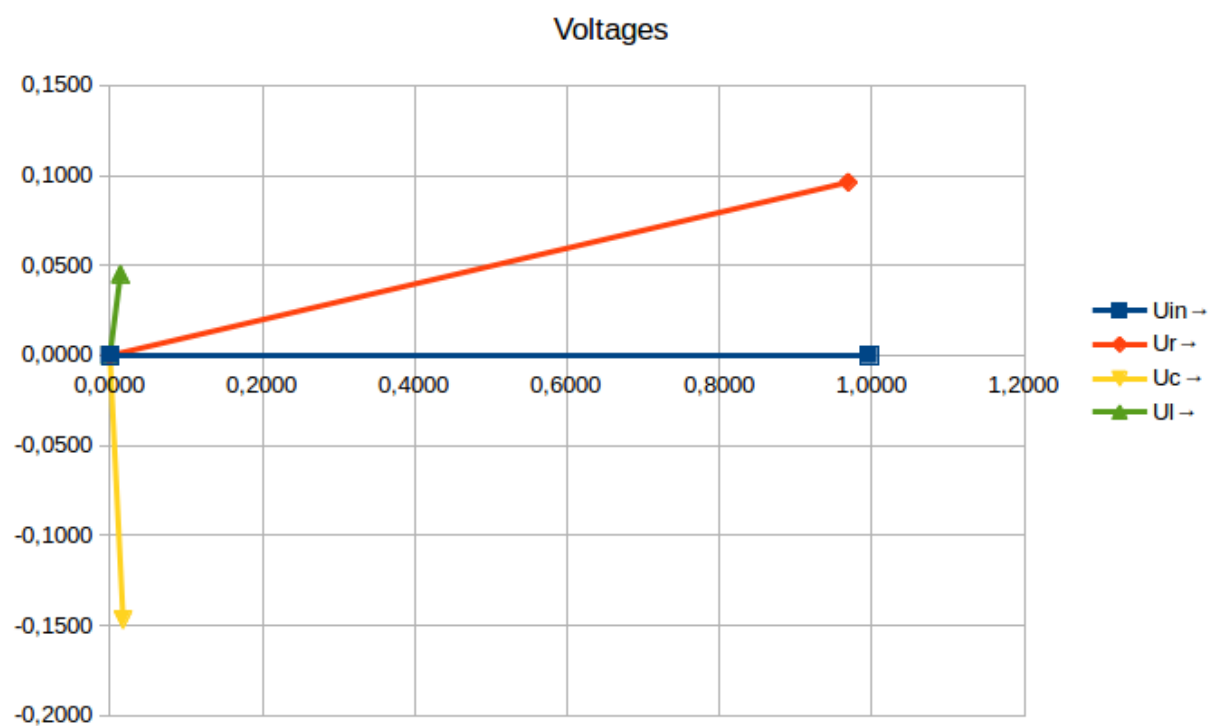
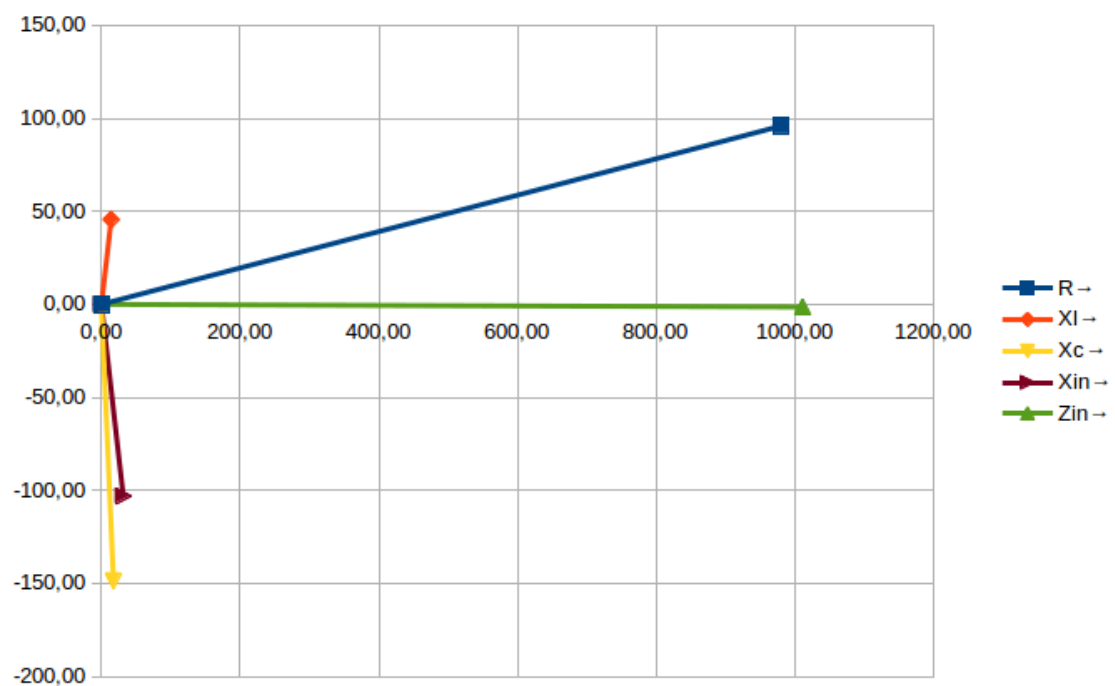
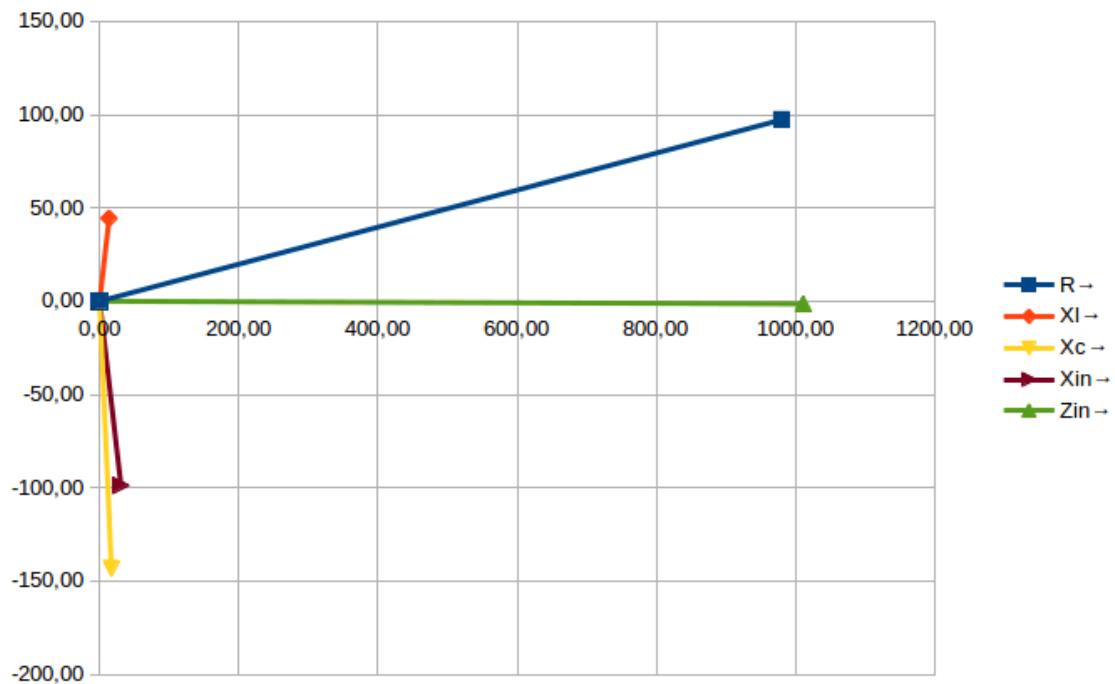




Табл. 2

Сх.		R	X <sub>C</sub>	X <sub>L</sub>	X <sub>BX</sub>	Z <sub>BX</sub>	Y <sub>BX</sub>
-//-	<b>Ом, мСм</b>	985 $e^{j(5.67)}$	144.16 $e^{j(-83.25)}$	46.5 $e^{j(72.84)}$	103.38 $e^{j(-72.75)}$	1010.84 $e^{j(-0.08)}$	0.989 $e^{j(0.08)}$
-//-	<b>Ом, мСм</b>	992.38 $e^{j(5.59)}$	149.65 $e^{j(-83.33)}$	47.73 $e^{j(72.76)}$	107.77 $e^{j(-73)}$	-	-

## Векторні діаграми опорів



## Розрахунок потужностей

Повна потужність:

$$S_R = U_R \cdot I_{\text{вх}} = 0.6887 \cdot 0.699 \approx 0.4814 (B \cdot A \cdot 10^{-3})$$

$$S_L = U_L \cdot I_{\text{вх}} = 0.0334 \cdot 0.699 \approx 0.0234 (B \cdot A \cdot 10^{-3})$$

$$S_C = U_C \cdot I_{\text{вх}} = 0.1047 \cdot 0.699 \approx 0.0732 (B \cdot A \cdot 10^{-3})$$

Активна потужність:

$$P_R = S_R \cdot \cos \Delta \varphi_R = 0.4814 \cdot \cos(5.67^\circ) \approx 0.4790 (mBm)$$

$$P_L = S_L \cdot \cos \Delta \varphi_L = 0.0234 \cdot \cos(72.84^\circ) \approx 0.0069 (mBm)$$

$$P_R = S_R \cdot \cos \Delta \varphi_R = 0.0732 \cdot \cos(-83.25^\circ) \approx 0.0086 (mBm)$$

Реактивна потужність:

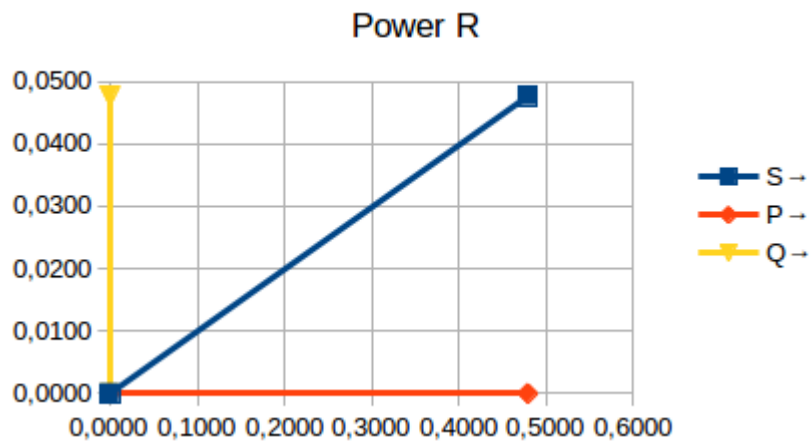
$$Q_R = S_R \cdot \sin \Delta \varphi_R = 0.4814 \cdot \sin(5.67^\circ) \approx 0.0476 (вар \cdot 10^{-3})$$

$$Q_L = S_L \cdot \sin \Delta \varphi_L = 0.0234 \cdot \sin(72.84^\circ) \approx 0.0224 (вар \cdot 10^{-3})$$

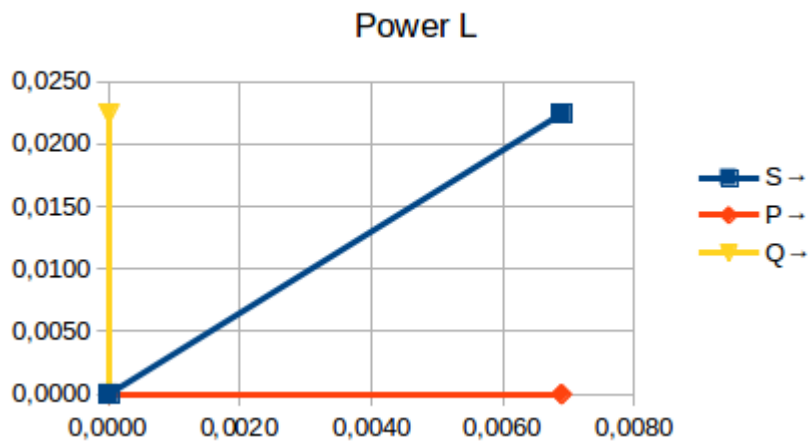
$$Q_C = S_C \cdot \sin \Delta \varphi_C = 0.0732 \cdot \sin(-83.25^\circ) \approx -0.0727 (вар \cdot 10^{-3})$$

## Векторні діаграми потужностей

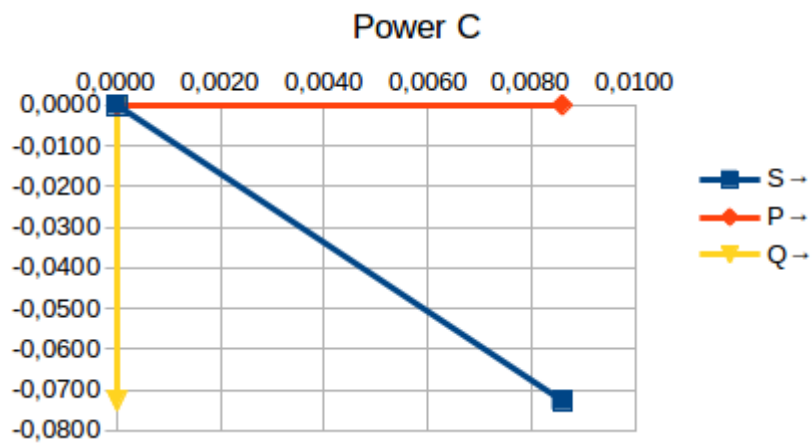
Потужності на резисторі



Потужності на котушці



Потужності на конденсаторі



## **Висновок**

На даній лабораторній було досліджено поведінку гармонійних сигналів у послідовному коливальному контурі шляхом моделювання схеми у симуляторі LTSpice і шляхом експерименту.

На макетній платі було побудовано послідовний коливальний контур та за допомогою плати Analog Discovery 2 та програми Waveforms виміряні потрібні величини. Подальші розрахунки виконувалися методом комплексних амплітуд. Було розраховано опори та потужності схеми і побудовано відповідні векторні діаграми.

Репозиторій на GitHub: [\[===\]](#)