

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.

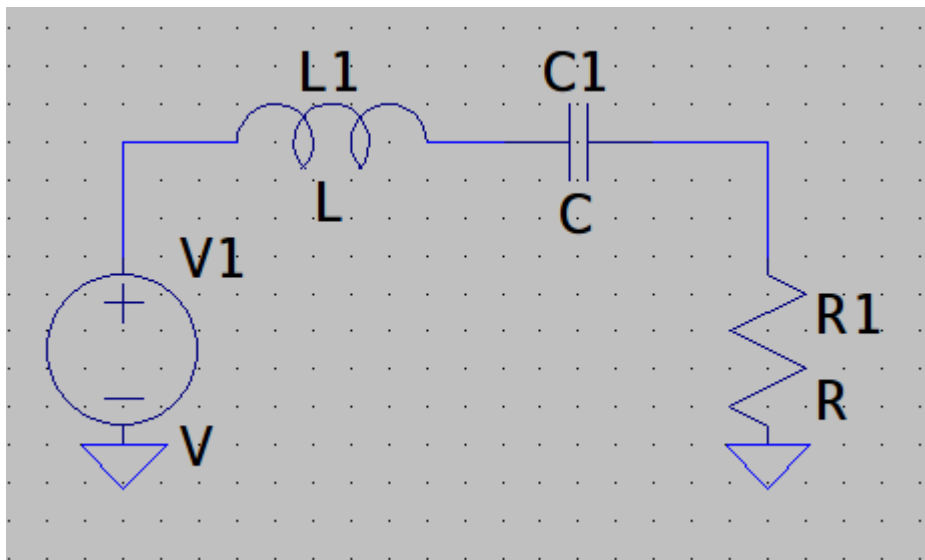
Перевірив:

доцент

Короткий Є. В.

Київ – 2020

Послідовний контур



Використані значення:

$$R = 985 \text{ Ом},$$

$$L = 0.925 \text{ мГн},$$

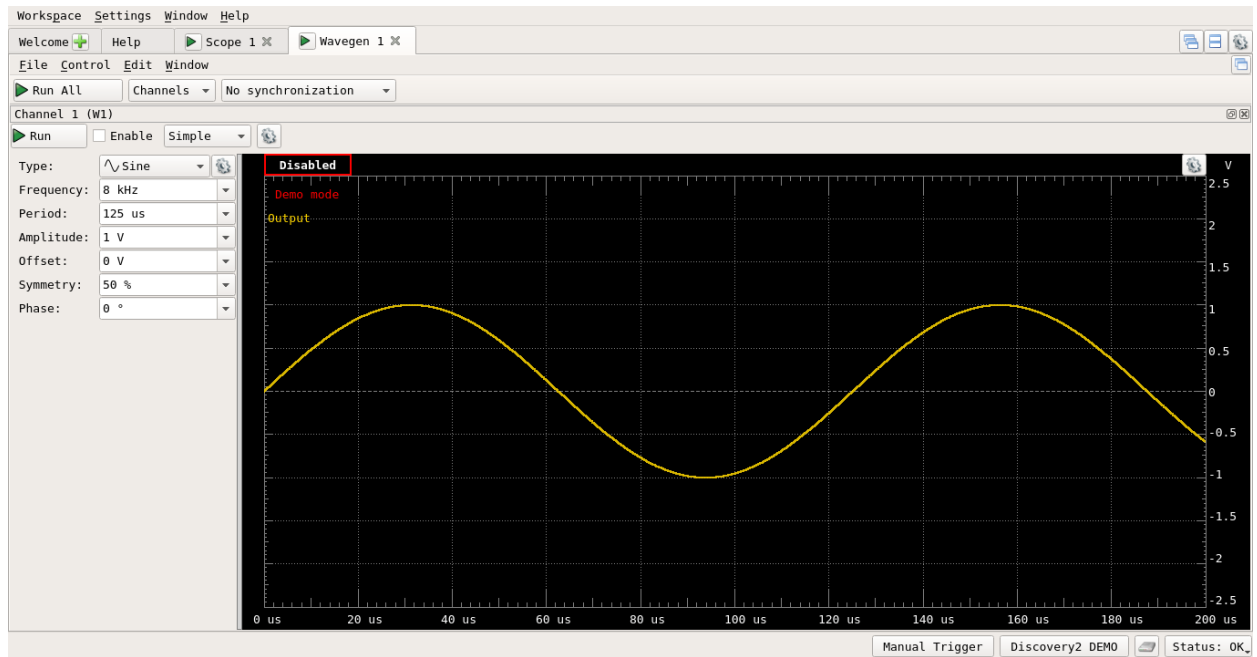
$$C = 138 \text{ нФ}$$

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

Параметри вхідного сигналу:

$$U_{BX} = 1 \text{ В},$$

$$f = 8 \text{ кГц}$$

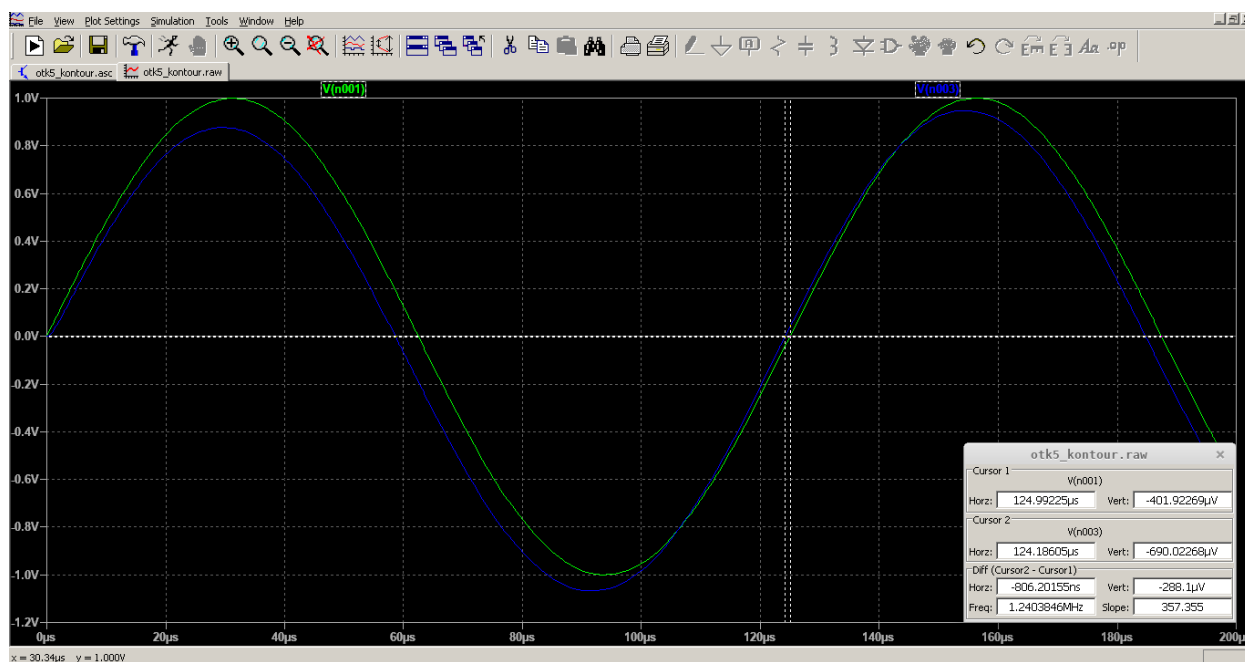
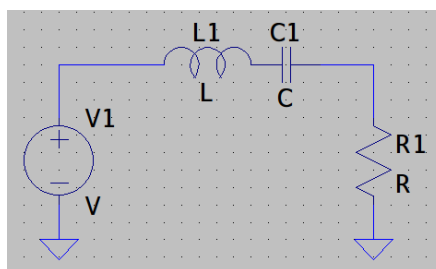


Для вимірювання фаз сигналів був використаний наступний скрипт:

[===]

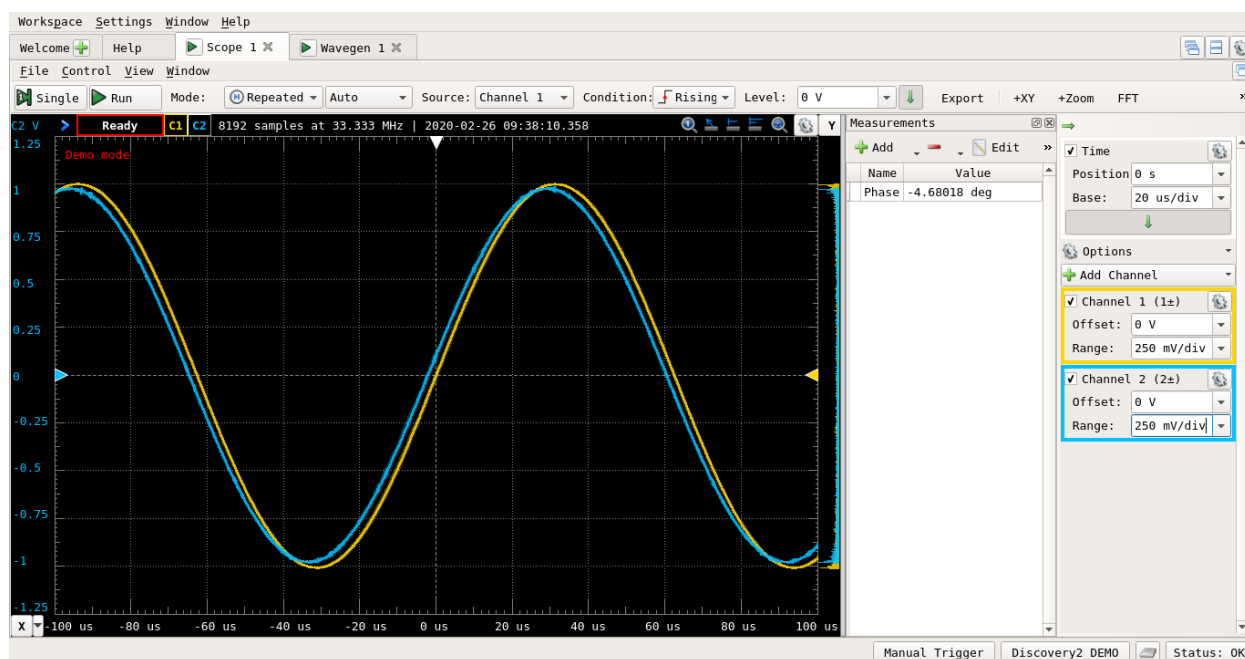
Напряга на резистори

LTSpice:



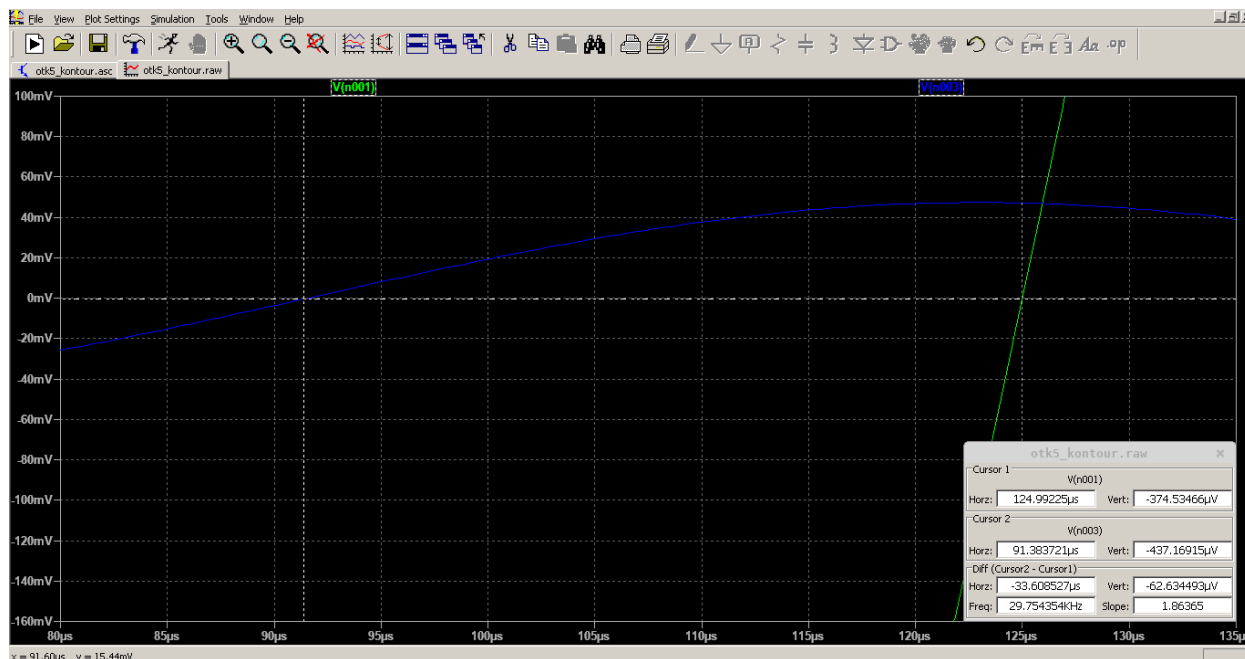
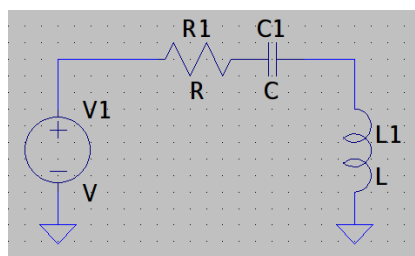
$$\varphi_R = \left(\frac{-0.806}{125} \right) \cdot 360 = -2.32^\circ$$

Експеримент:



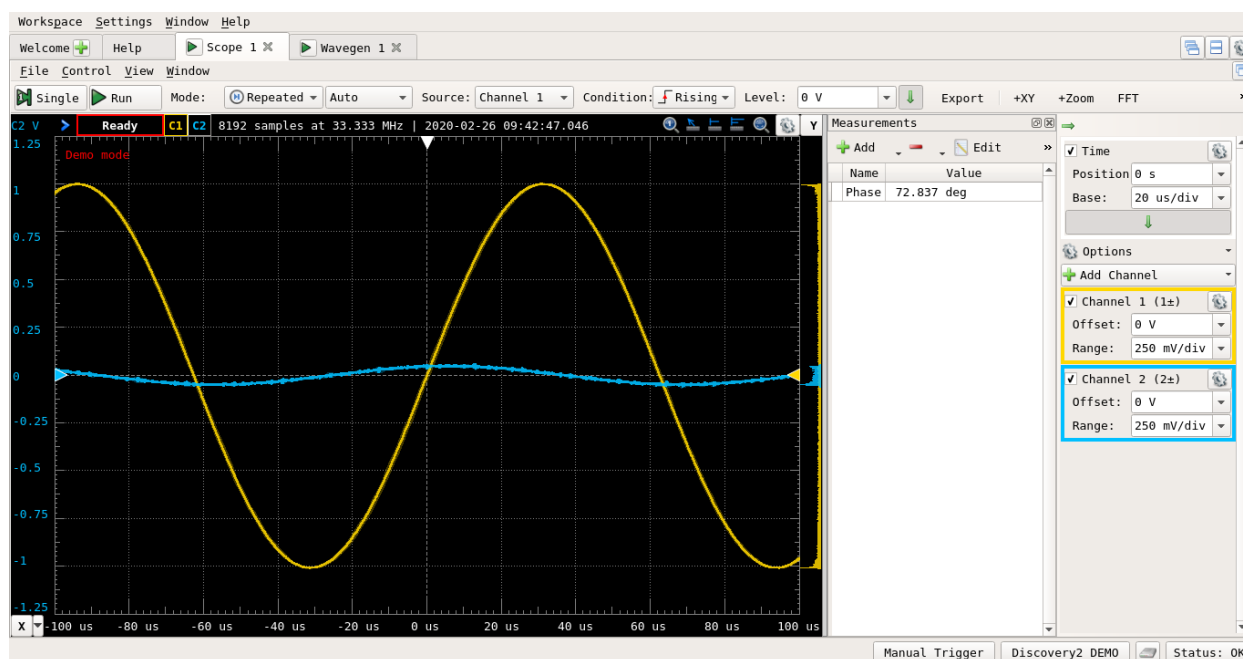
Напруга на котушці

LTSpice:



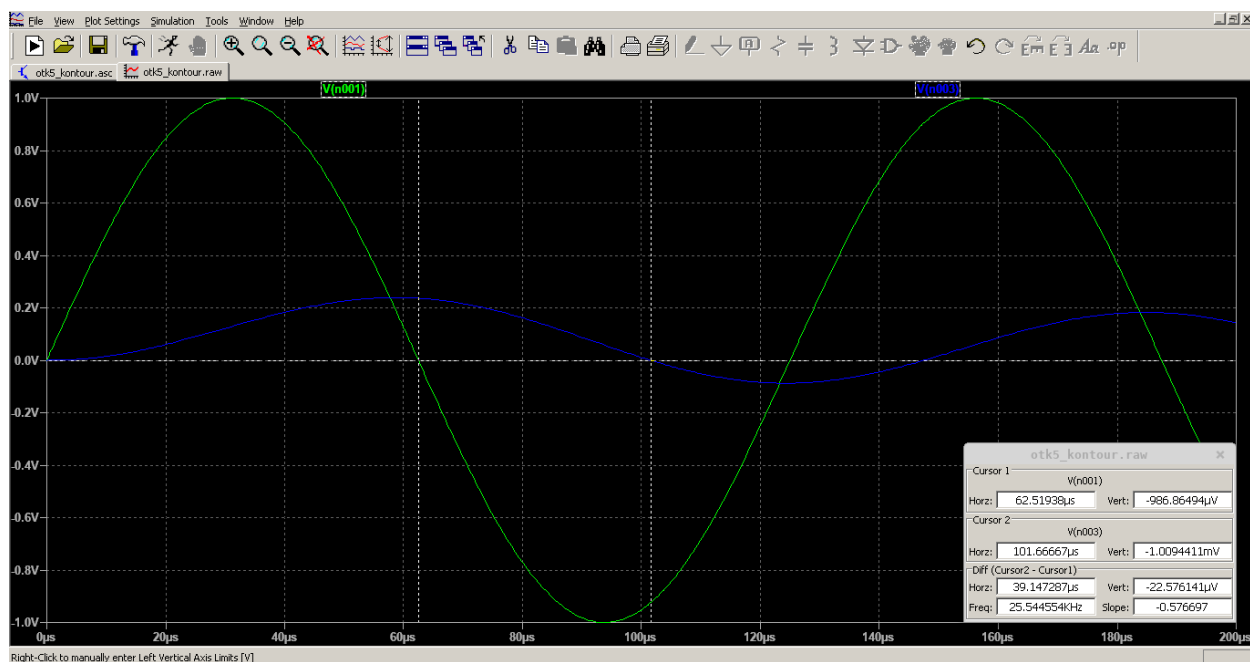
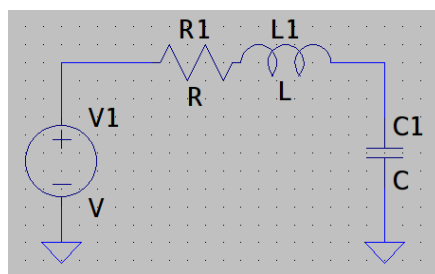
$$\varphi_L = \left(\frac{-34}{125} \right) \cdot 360 \approx -98^\circ$$

Експеримент:



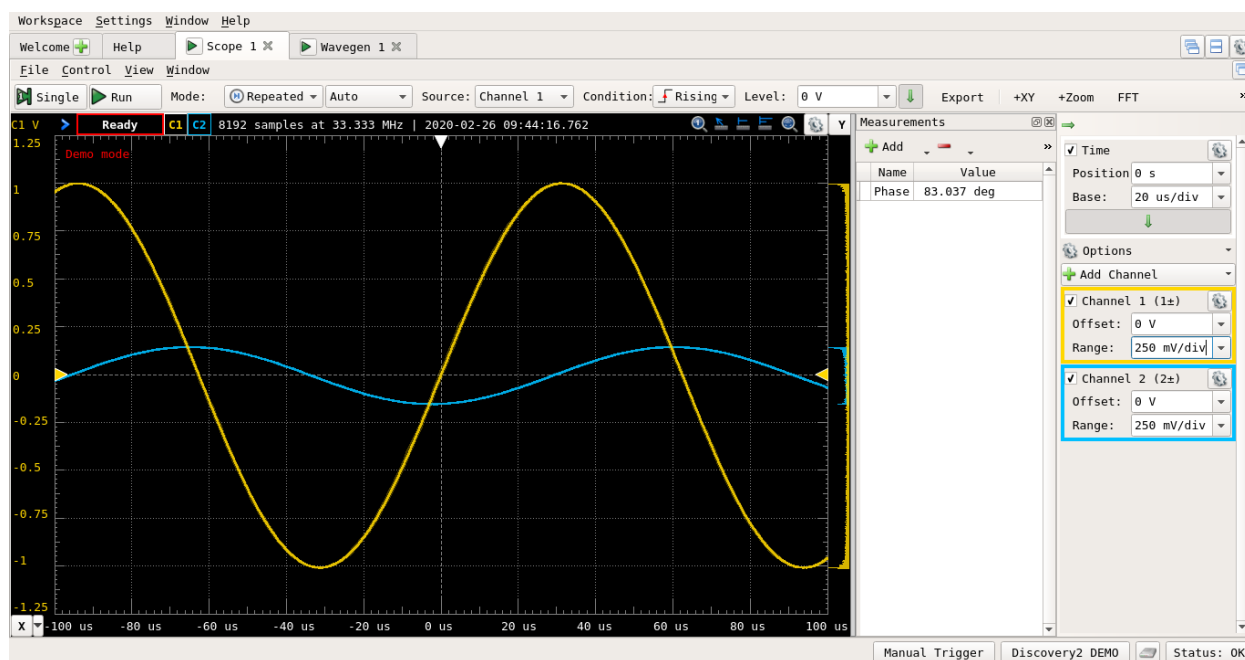
Напруга на конденсаторі

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}
-//-	В, мА, °	0.9965	4.68	0.9795	-83.04	0.1448	72.84	0.0573	0.00	0.9836
	Діюче	0.7046		0.6926		0.1024		0.0405		0.6955

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

Опори схеми:

1) :

$$X_R = R e^{j(\Delta\varphi)} = 985 e^{j(4.68)} = 981.72 + 80.37 j (\text{Ом})$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C} e^{j(\Delta\varphi)} = \frac{1}{2\pi \cdot 8 \cdot 138 \cdot 10^{-6}} e^{j(-83.04)} = 144.16 e^{j(-83.04)} = 17.47 - 143.1 j (\text{Ом})$$

$$X_L = 2\pi f \cdot L e^{j(\Delta\varphi)} = 2\pi \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 0.925 = 46.5 e^{j(72.84)} = 13.72 + 44.43 j (\text{Ом})$$

$$X_{BX} = X_C + X_L = 31.19 - 98.67 j = 103.48 e^{j(-72.46)} (\text{Ом})$$

$$Z_{BX} = X_R + X_{BX} = 1012.91 - 18.3 j = 1013.08 e^{j(-1.04)} (\text{Ом})$$

$$\dot{Y}_{BX} = \frac{1}{Z_{BX}} = \frac{1}{1013.08} e^{j(1.04)} = 0.987 e^{j(1.04)} (\text{мСм})$$

Струм у схемі:

$$\dot{I}_{BX} = \frac{\dot{U}_{BX}}{Z_{BX}} = \frac{0.9965 e^{j(0)}}{1013.08 e^{j(-1.04)}} = 0.9836 e^{j(1.04)} (\text{мА})$$

2) :

$$\dot{X}_R = \frac{\dot{U}_R}{\dot{I}_{BX}} = \frac{0.9765 e^{j(4.68)}}{0.000984 e^{j(1.04)}} = 992.38 e^{j(3.64)} = 990.37 + 63 j (\text{Ом})$$

$$\dot{X}_C = \frac{\dot{U}_C}{\dot{I}_{BX}} = \frac{0.1448 e^{j(-83.04)}}{0.000984 e^{j(1.04)}} = 147.15 e^{j(-84.08)} = 15.18 - 146.37 j (\text{Ом})$$

$$\dot{X}_L = \frac{\dot{U}_L}{\dot{I}_{BX}} = \frac{0.0573 e^{j(72.84)}}{0.000984 e^{j(1.04)}} = 58.23 e^{j(72.84)} = 18.19 + 55.32 j (\text{Ом})$$

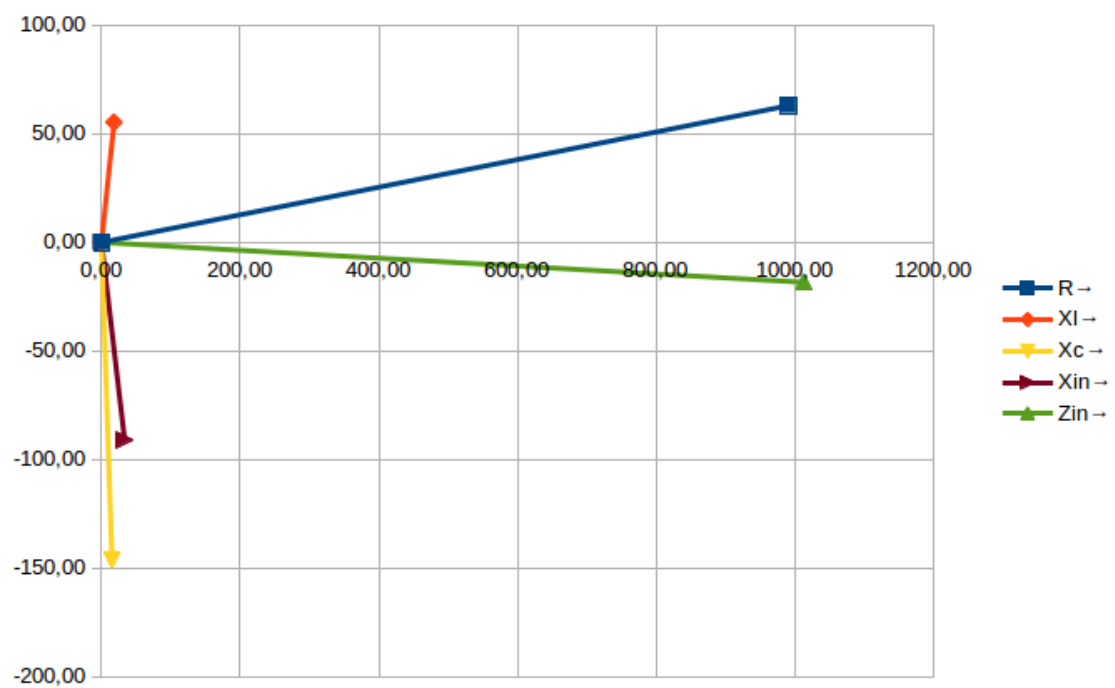
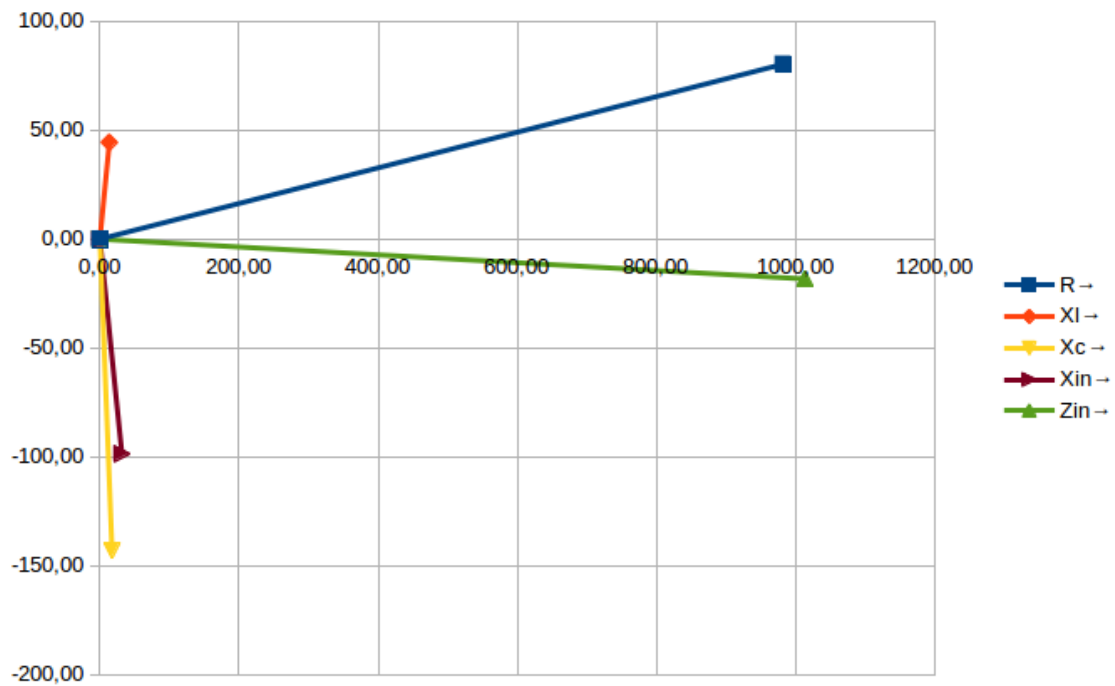
$$\dot{X}_{BX} = \dot{X}_C + \dot{X}_L = 33.37 - 91.05 j = 96.97 e^{j(-69.87)} (\text{Ом})$$

$$\dot{Z}_{BX} = \frac{\dot{U}_{BX}}{\dot{I}_{BX}} = \frac{0.9965 e^{j(0)}}{0.000984 e^{j(1.04)}} = 1012.7 e^{j(-1.04)} (\text{Ом})$$

Табл. 2

Сх.		R	X _C	X _L	X _{BX}	Z _{BX}	Y _{BX}
-//-	Ом, мСм	985 $e^{j(4.68)}$	144.16 $e^{j(-83.04)}$	46.5 $e^{j(72.84)}$	103.48 $e^{j(-72.46)}$	1013.08 $e^{j(-1.04)}$	0.987 $e^{j(1.04)}$
-//-	Ом, мСм	992.38 $e^{j(3.64)}$	147.15 $e^{j(-84.08)}$	58.23 $e^{j(71.8)}$	96.97 $e^{j(-69.87)}$	1012.7 $e^{j(-1.04)}$	0.988 $e^{j(1.04)}$

Векторні діаграми опорів



Розрахунок потужностей

Повна потужність:

$$S_R = U_R \cdot I_{\text{ex}} = 0.6929 \cdot 0.6955 \approx 0.4819 \text{ (B} \cdot \text{A} \cdot 10^{-3})$$

$$S_L = U_L \cdot I_{\text{ex}} = 0.0405 \cdot 0.6955 \approx 0.0282 \text{ (B} \cdot \text{A} \cdot 10^{-3})$$

$$S_C = U_C \cdot I_{\text{ex}} = 0.1024 \cdot 0.6955 \approx 0.0712 \text{ (B} \cdot \text{A} \cdot 10^{-3})$$

Активна потужність:

$$P_R = S_R \cdot \cos \Delta \varphi_R = 0.4819 \cdot \cos(4.68^\circ) \approx 0.4819 \cdot 0.997 \approx 0.4805 \text{ (MBm)}$$

$$P_L = S_L \cdot \cos \Delta \varphi_L = 0.0282 \cdot \cos(72.84^\circ) \approx 0.0282 \cdot 0.295 \approx 0.0083 \text{ (MBm)}$$

$$P_R = S_R \cdot \cos \Delta \varphi_R = 0.0712 \cdot \cos(-83.04^\circ) \approx 0.0712 \cdot 0.121 \approx 0.0086 \text{ (MBm)}$$

Реактивна потужність:

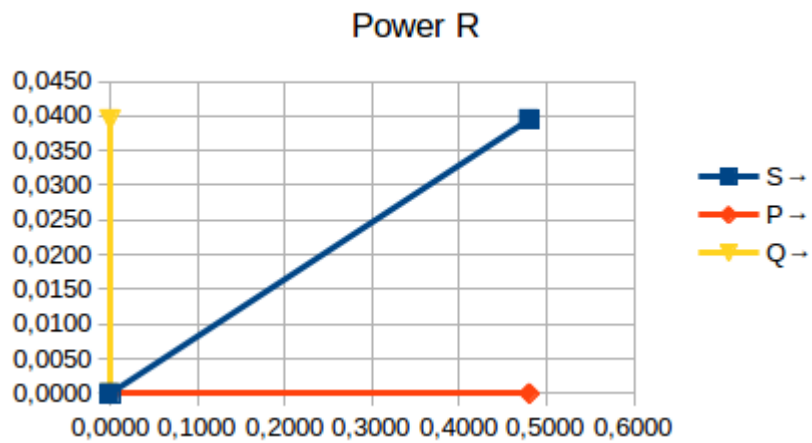
$$Q_R = S_R \cdot \sin \Delta \varphi_R = 0.4819 \cdot \sin(4.68^\circ) \approx 0.4819 \cdot 0.082 \approx 0.0395 \text{ (вар} \cdot 10^{-3})$$

$$Q_L = S_L \cdot \sin \Delta \varphi_L = 0.0282 \cdot \sin(72.84^\circ) \approx 0.0282 \cdot 0.955 \approx 0.0269 \text{ (вар} \cdot 10^{-3})$$

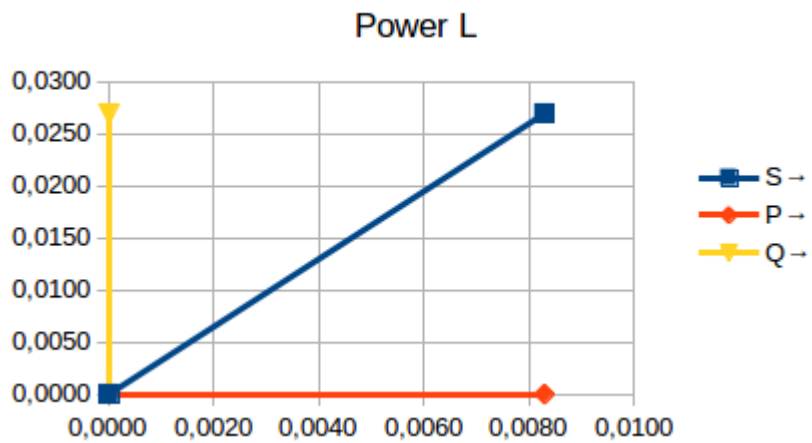
$$Q_C = S_C \cdot \sin \Delta \varphi_C = 0.0712 \cdot \sin(-83.04^\circ) \approx 0.0712 \cdot (-0.993) \approx -0.0707 \text{ (вар} \cdot 10^{-3})$$

Векторні діаграми потужностей

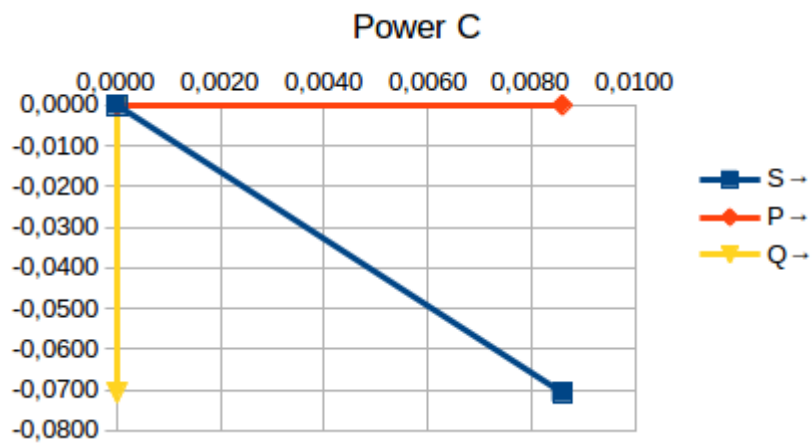
Потужності на резисторі



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: [\[===\]](#)