

Студент:	Ненашева Марина Андреевна
Группа:	ИББВ-2-12
Предмет:	Электроника и электротехника
Лабораторная работа:	№ 2
Название работы:	Исследование цепей переменного тока

Цель работы: исследование амплитудных и фазовых соотношений в цепях переменного тока, частотных характеристик и резонансных явлений, построение векторных диаграмм токов и напряжений.

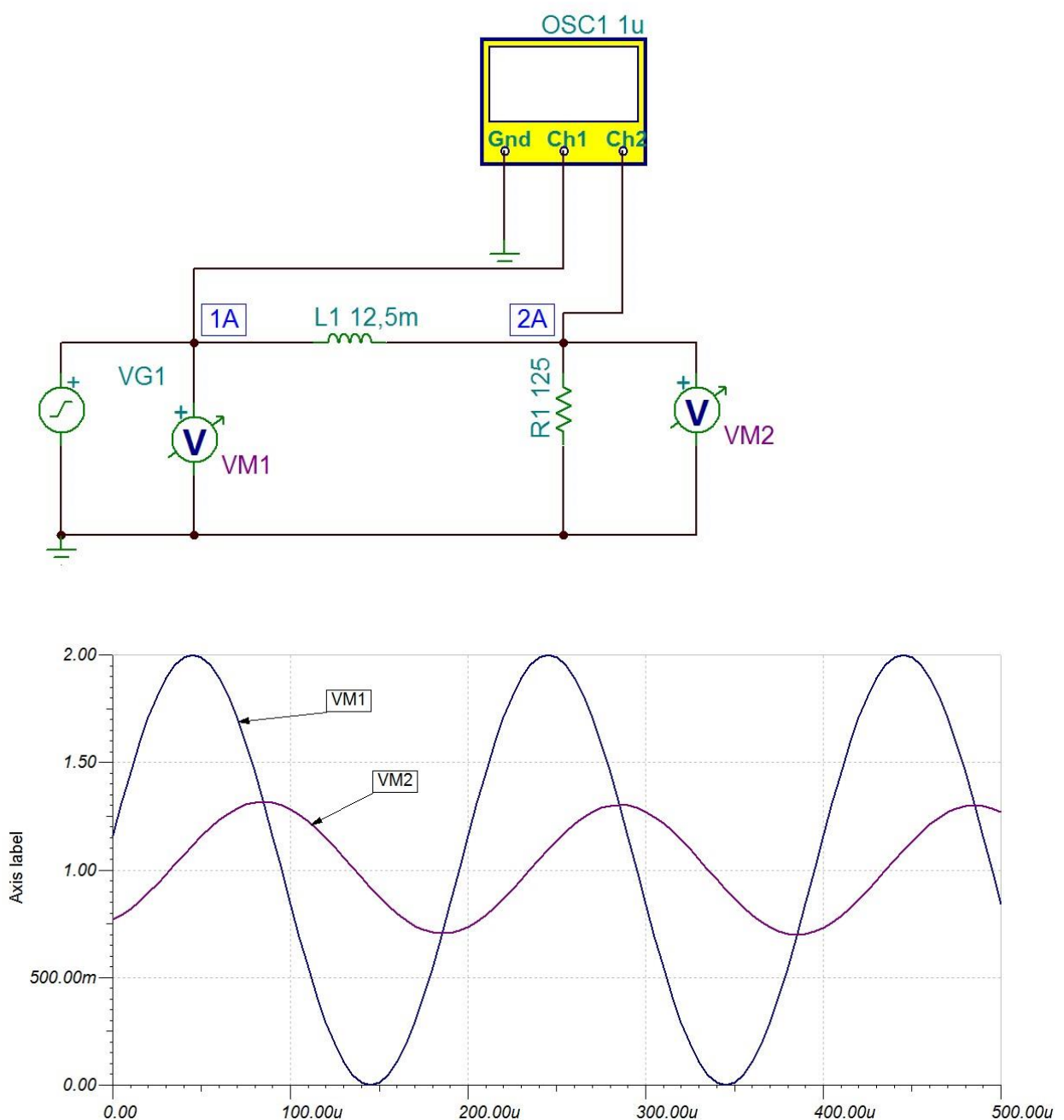
Исходные данные.

Дана схема, в которой

$$L_1 = L_3 = 12.5 \text{ мГн}, L_2 = L_4 = 8.5 \text{ мГн}, C_1 = C_3 = 59 \text{ нФ}, C_2 = C_4 = 59 \text{ нФ}, R_1 = 125 \text{ Ом}$$

Лабораторное задание.

1. Соберем схему для моделирования и получим графики колебания напряжений:

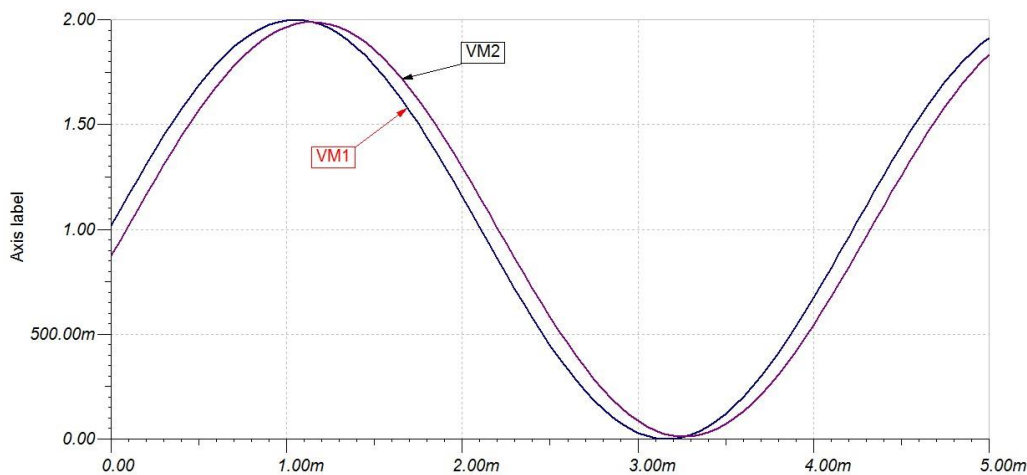


$$2. L_a = L_2 = 8.5 \text{ мГн}, L_b = L_2 = 8.5 \text{ мГн}, C_a = \frac{1}{2} C_2 = 29.5 \text{ нФ}, C_b = C_1 = 59 \text{ нФ}$$

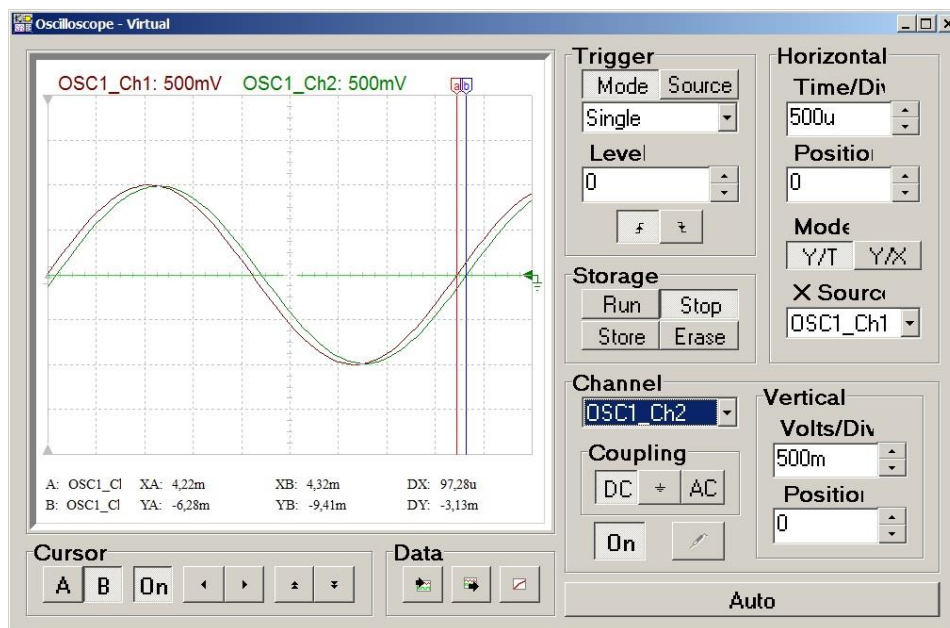
3. Подключим между точками 1А и 1Б индуктивность $L_3 = 8.5 \text{ нФ}$ и рассчитаем частоту сигнала генератора, при которой реактивное сопротивление индуктивности равно сопротивлению R_1 .

$$X_L = 2\pi f_1 L_2 = R_1, f_1 = \frac{R_1}{2\pi L_2} = \frac{125}{2 \cdot 3.14 \cdot 8.5 \cdot 10^{-3}} = 2.36 \cdot 10^3 \text{ Гц}$$

4. Установим напряжение генератора равным $0.1 f_1 = 0.236 \text{ кГц}$ и запустим осциллограф. Входное напряжение обгоняет напряжение на резисторе:



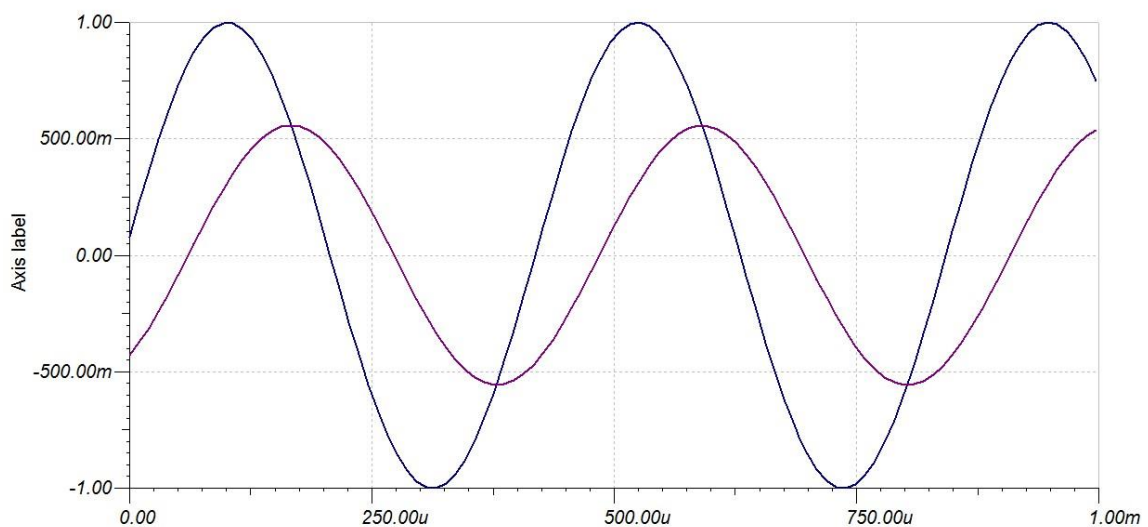
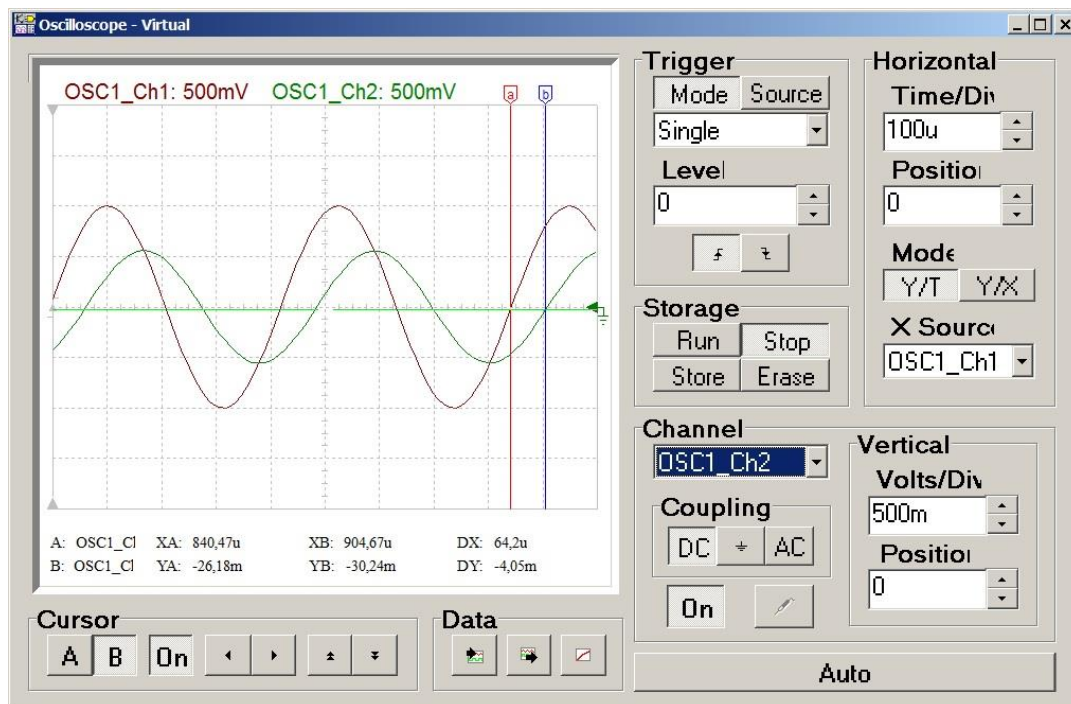
Рассчитаем разность фаз: значение DX в осциллографе равно $97.28 \mu\text{s}$:



Разность фаз рассчитаем по формуле

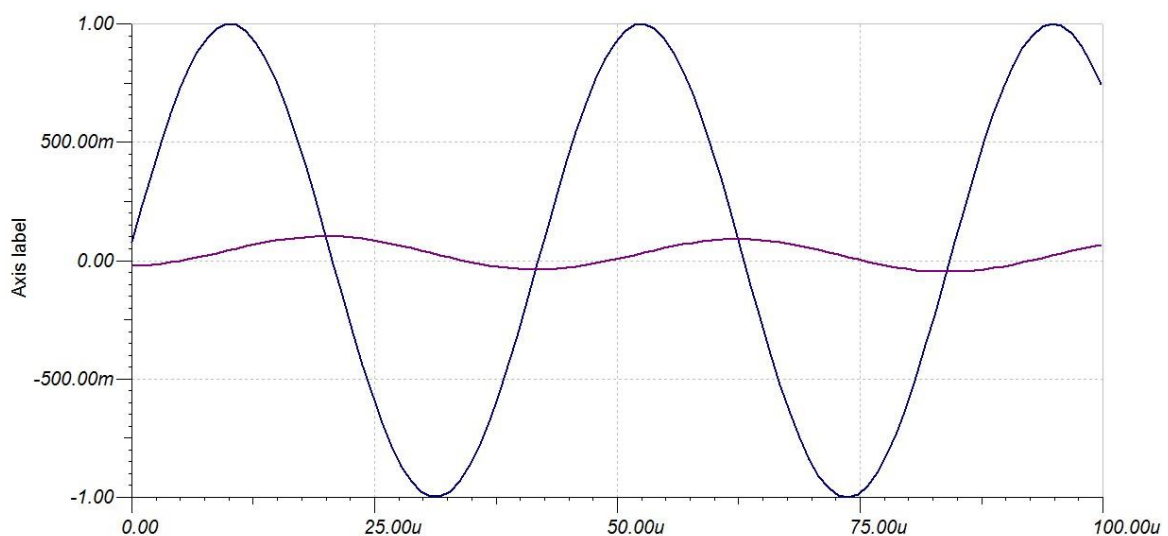
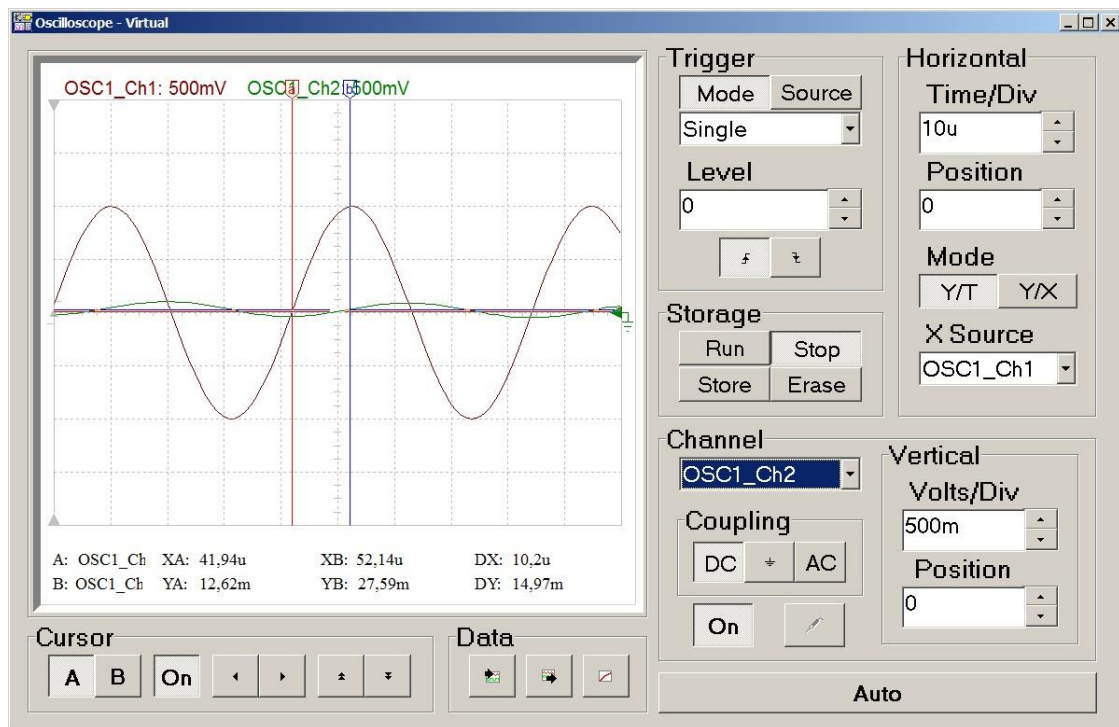
$$\varphi = 2\pi f \cdot DX = 2 \cdot 3.14 \cdot 236 \cdot 97.28 \cdot 10^{-6} = 0.144 \text{ рад} = 8.26^\circ,$$

5. Повторим исследование цепи с использованием частот f_1 и $10f_1$. Для $f_1 = 2.36 \text{ кГц}$:



Разность фаз $\varphi = 2\pi f \cdot DX = 2 \cdot 3.14 \cdot 2.36 \cdot 10^3 \cdot 64.2 \cdot 10^{-6} = 0.951 \text{ рад} = 54.54^\circ$

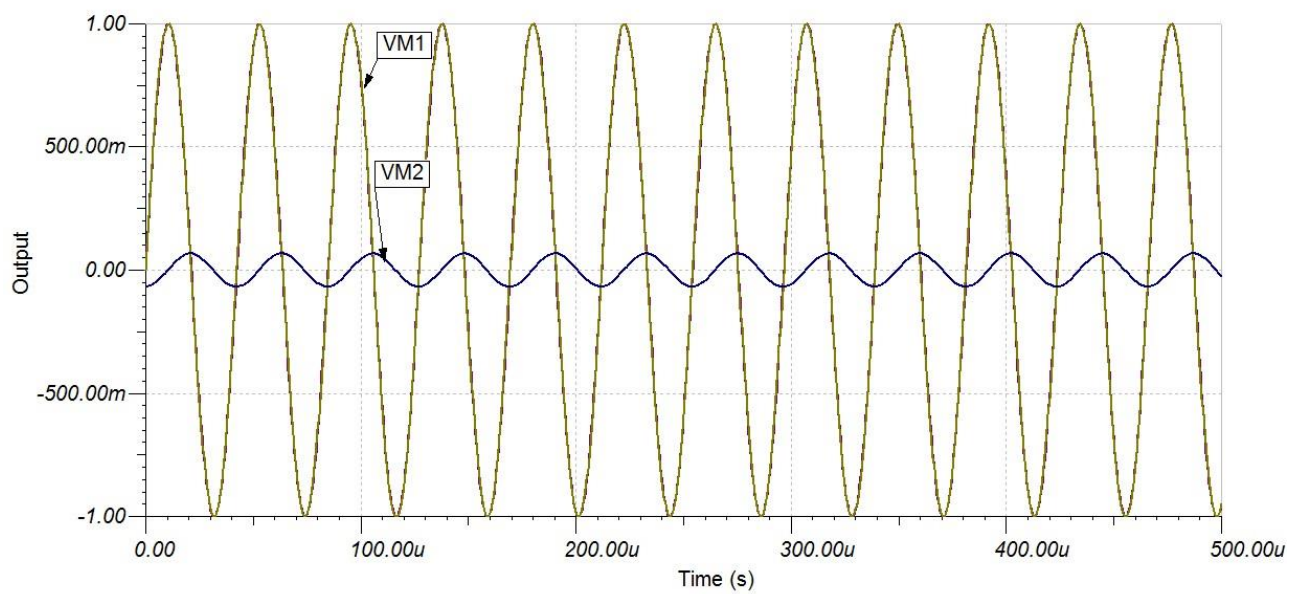
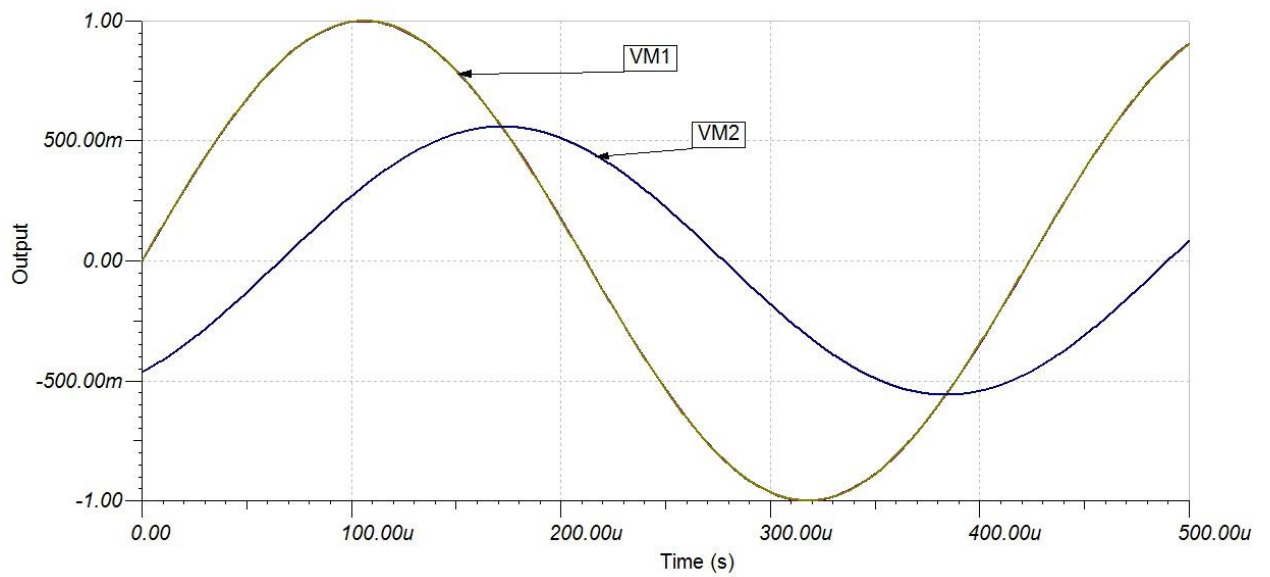
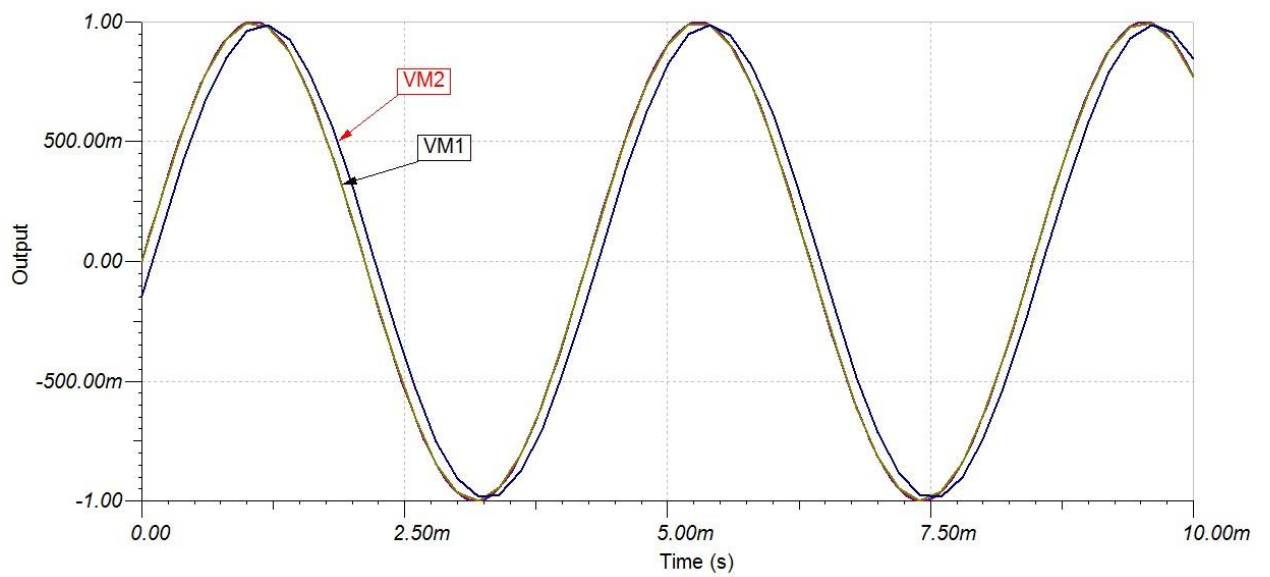
Для $10f_1 = 23.6\text{кГц}$:



Разность фаз $\varphi = 2\pi f \cdot DX = 2 \cdot 3.14 \cdot 23.6 \cdot 10^3 \cdot 10.2 \cdot 10^{-6} = 1.51\text{рад} = 86.66^\circ$

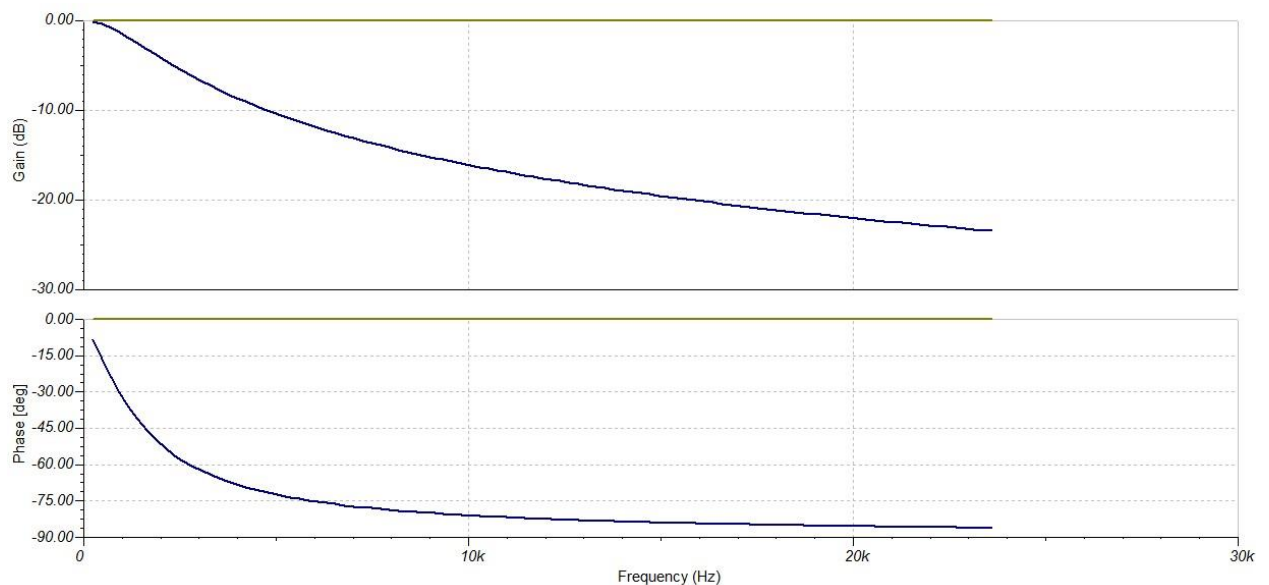
	$0.1f_1$	f_1	$10f_1$
$I(t)$	7,91mA/81.57°	4.47mA/34	0.538mA/3.86
$U_1(t)$	1V/-90	1V/-90	1V/-90
$U_2(t)$	989.18mV/-98.43°	559.12mV/-146	67.29mV/-176.14

6. В режиме Analysis-AC→Analysis→Time function получим графики напряжений и сравним их с осциллограммами для $0.1f_1$, f_1 , $10f_1$ соответственно.



Можно заметить, что графики, полученные с помощью «Time function» совпадают, с осциллограммами.

7. Получим графики АЧХ и ФЧХ:



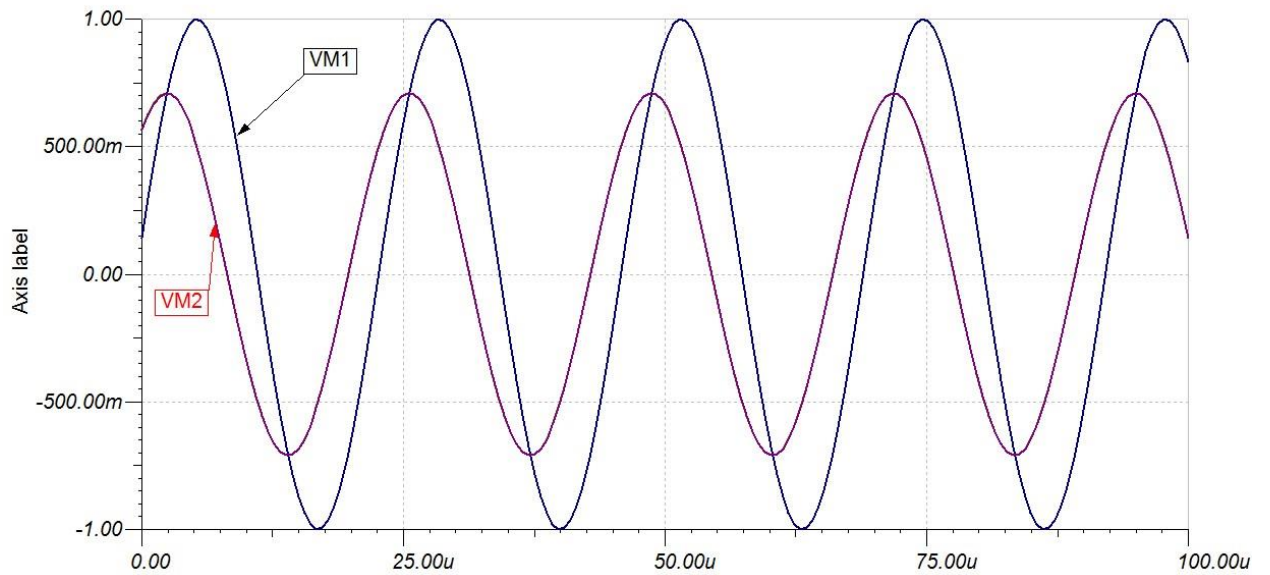
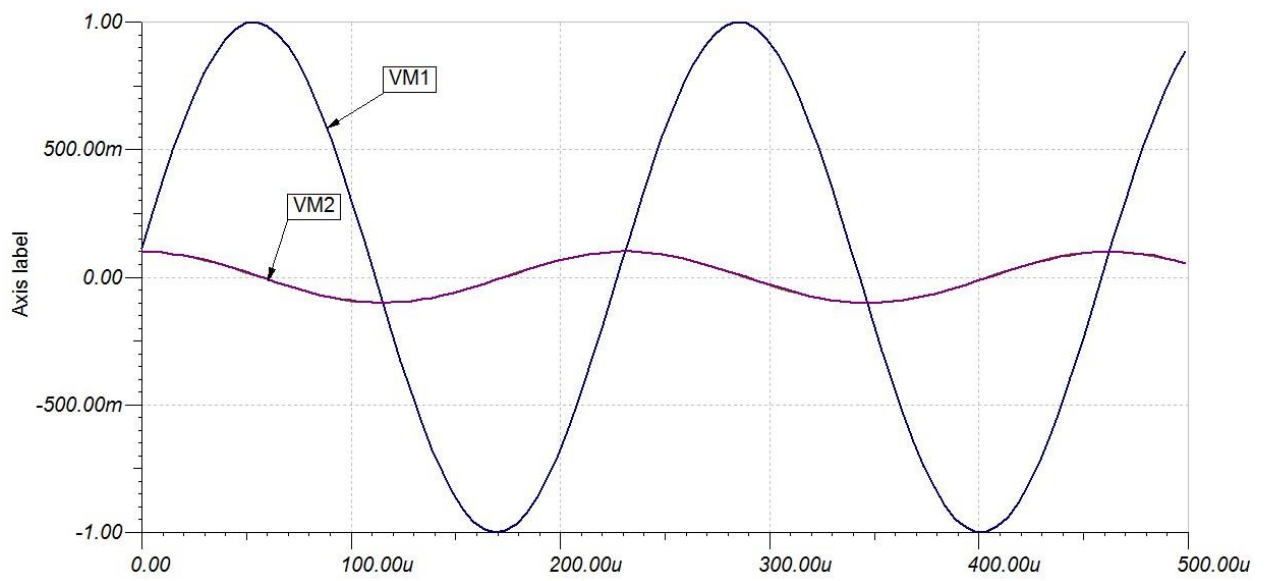
8. Включим между точками 1А и 1Б емкость $C_A=29,5$ нФ и рассчитаем частоту сигнала генератора напряжения f_2 , при которой реактивное сопротивление

$$\text{емкости равно сопротивлению } R_1. X_C = \frac{1}{2\pi f_2 C_A} = R_1 \Rightarrow f_2 = \frac{1}{2\pi R_1 C_A} = 43.2 \text{ кГц}$$

Повторим измерения:

	$0.1f_2$	f_2	$10f_2$
$I(t)$	0.79mA/174.28	5.65mA/135.11	7,96mA/95.73
$U_1(t)$	1000mV/-90	1000mV/-90	1000mV/-90
$U_2(t)$	99.14mV/-5.72	705.79mV/-44.89	995mV/-84.27
φ	84.31	45.36	5.73

Осциллограммы для частот $0.1f_2$, f_2 и $10f_2$.



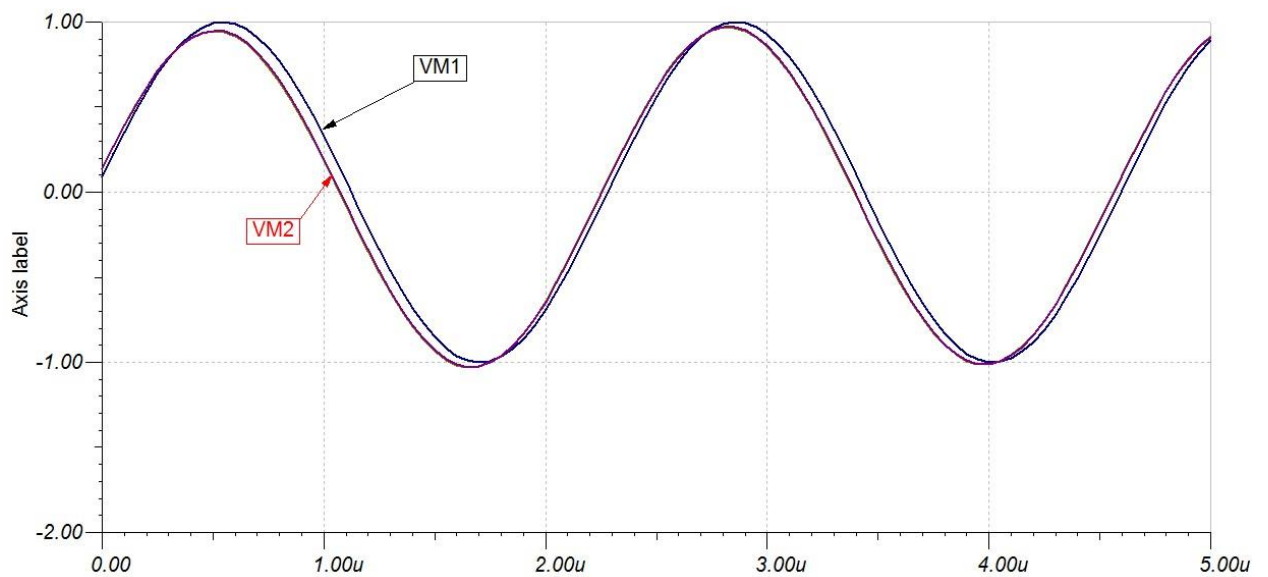
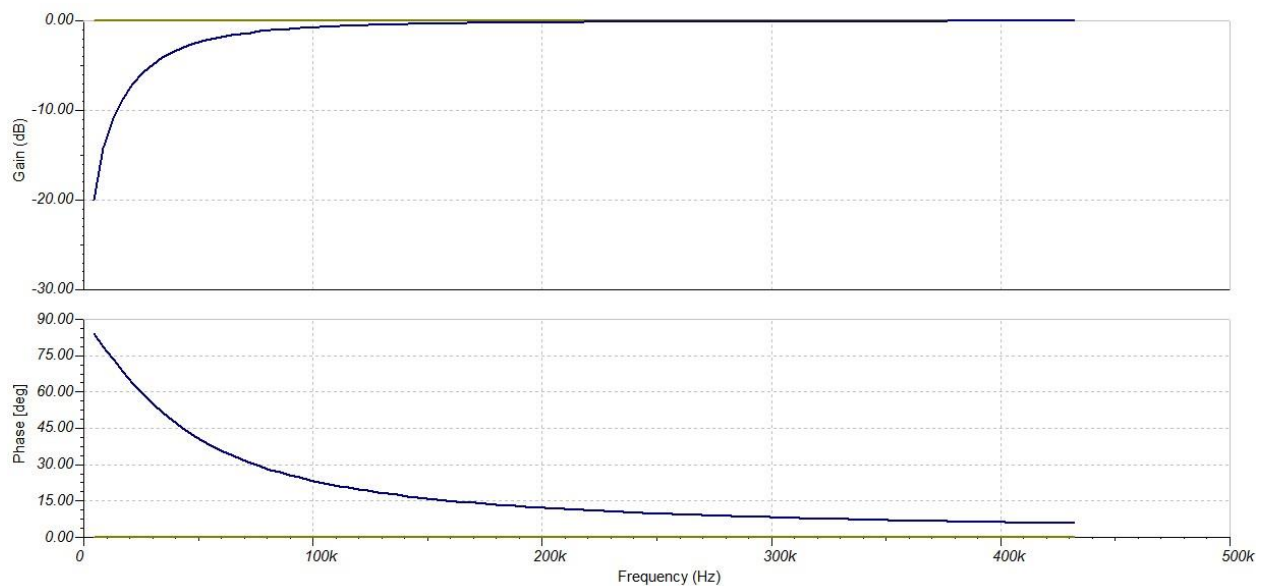
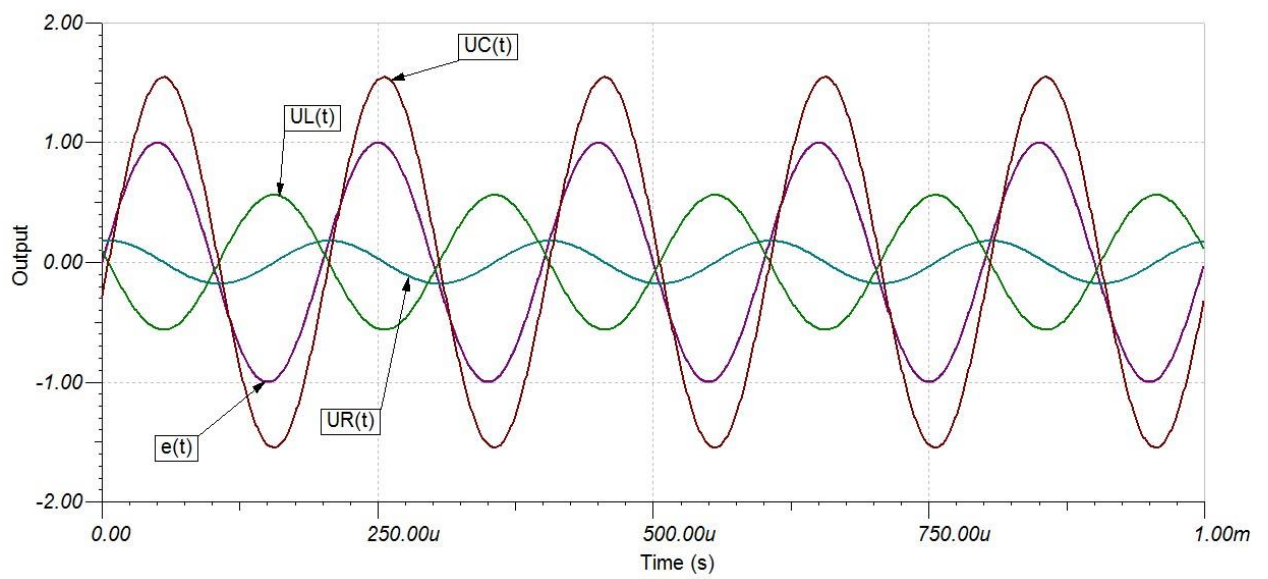


График АЧХ и ФЧХ.

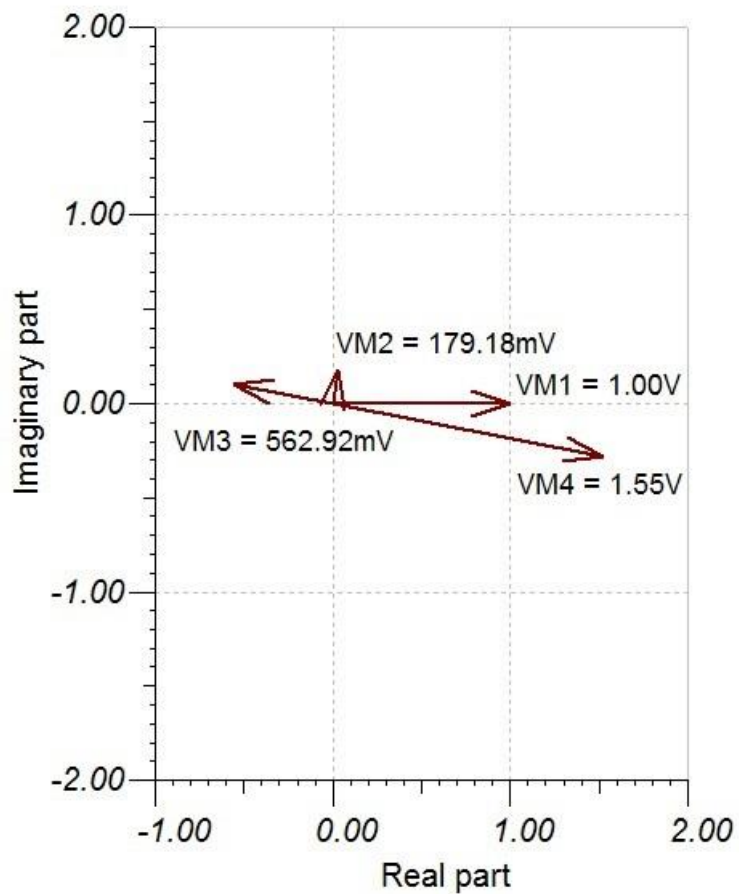


9. Включим между точками 1А и 2А последовательно индуктивность L_a и емкость C_a . Исследуем амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики RLC-цепи.

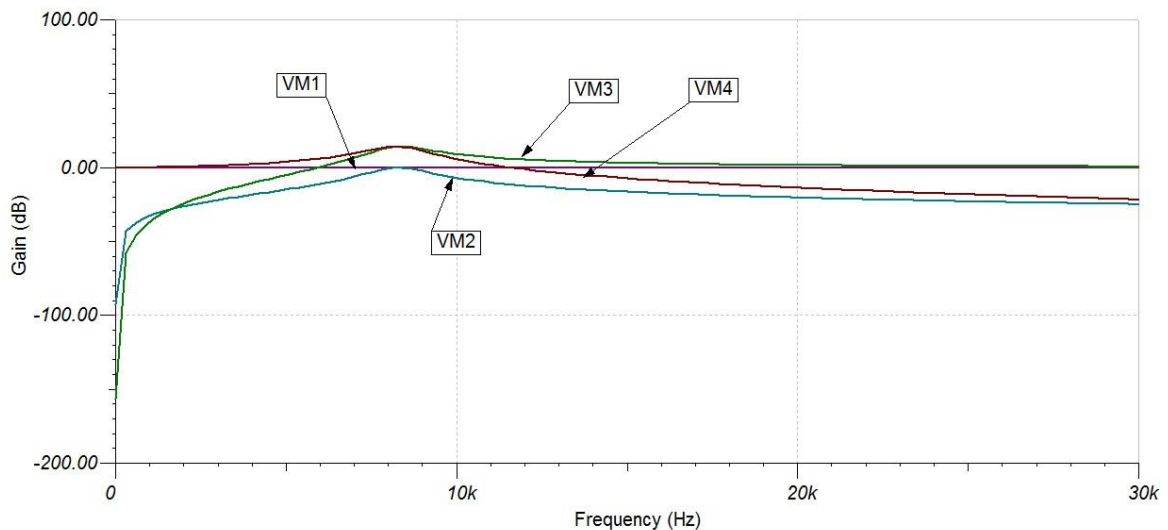
Семейство графиков напряжений:



Векторная диаграмма:

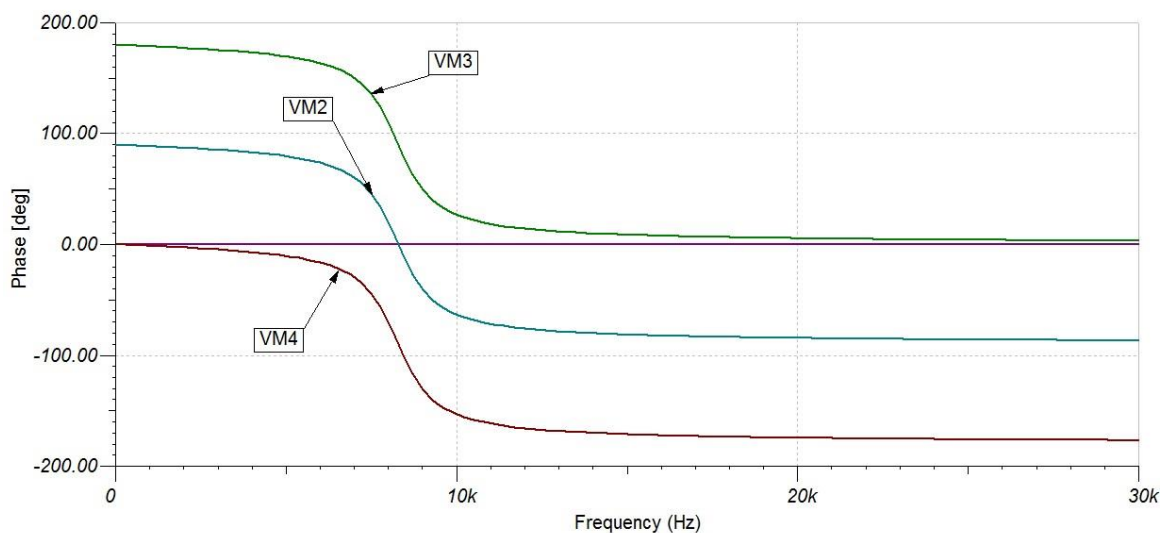


Семейство графиков АЧХ:



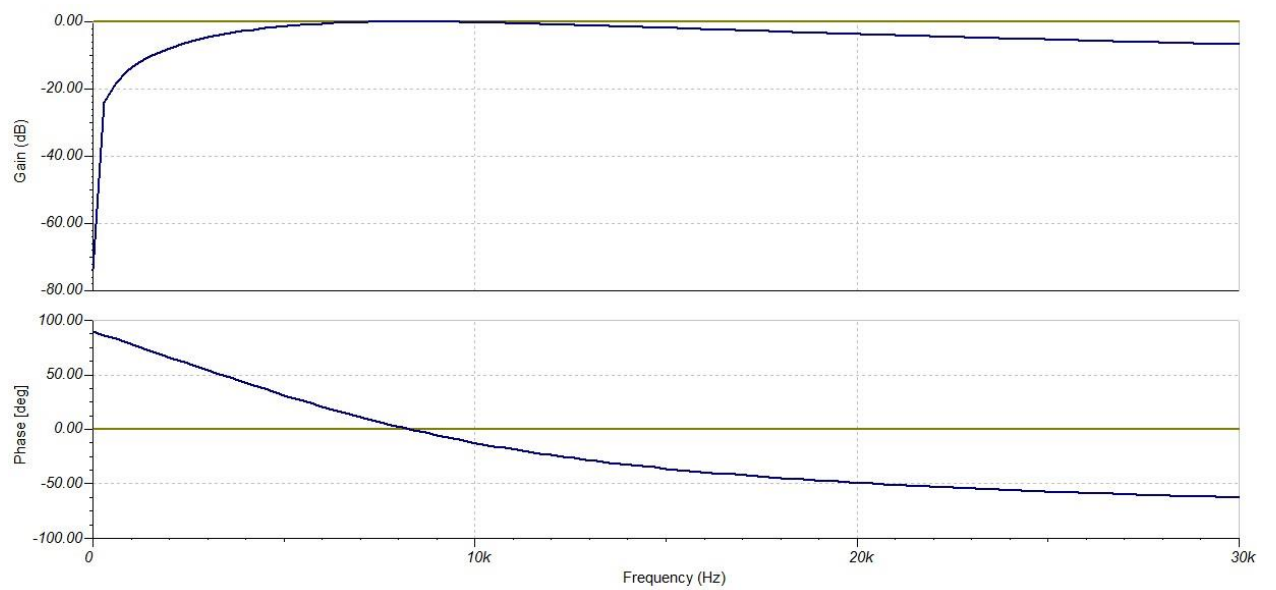
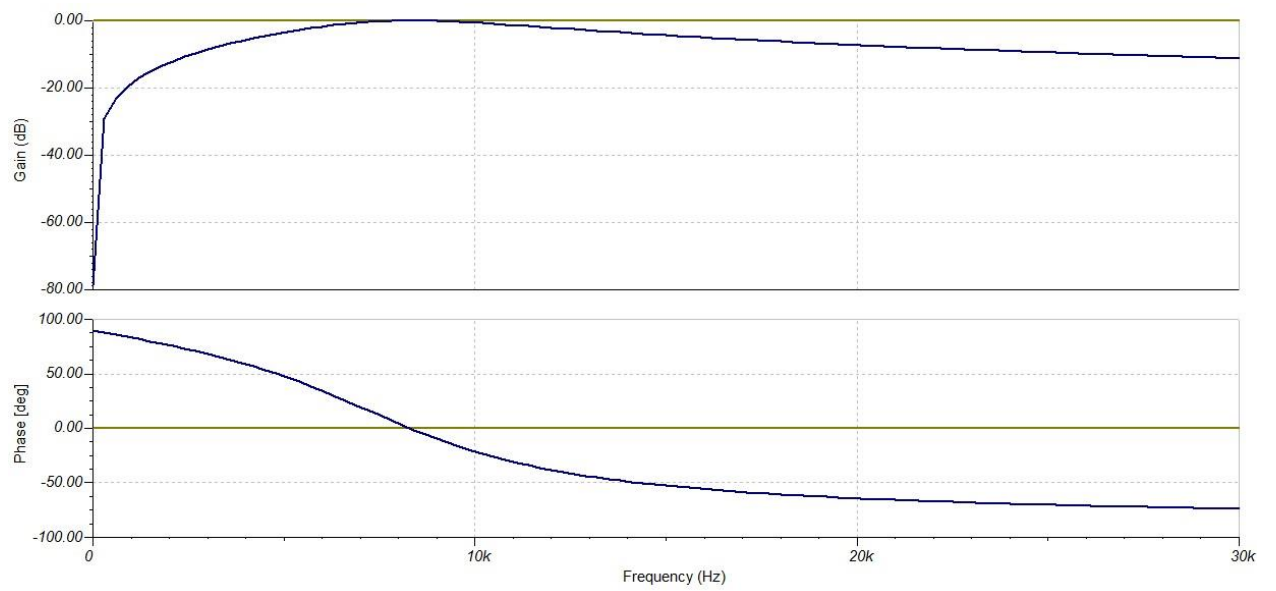
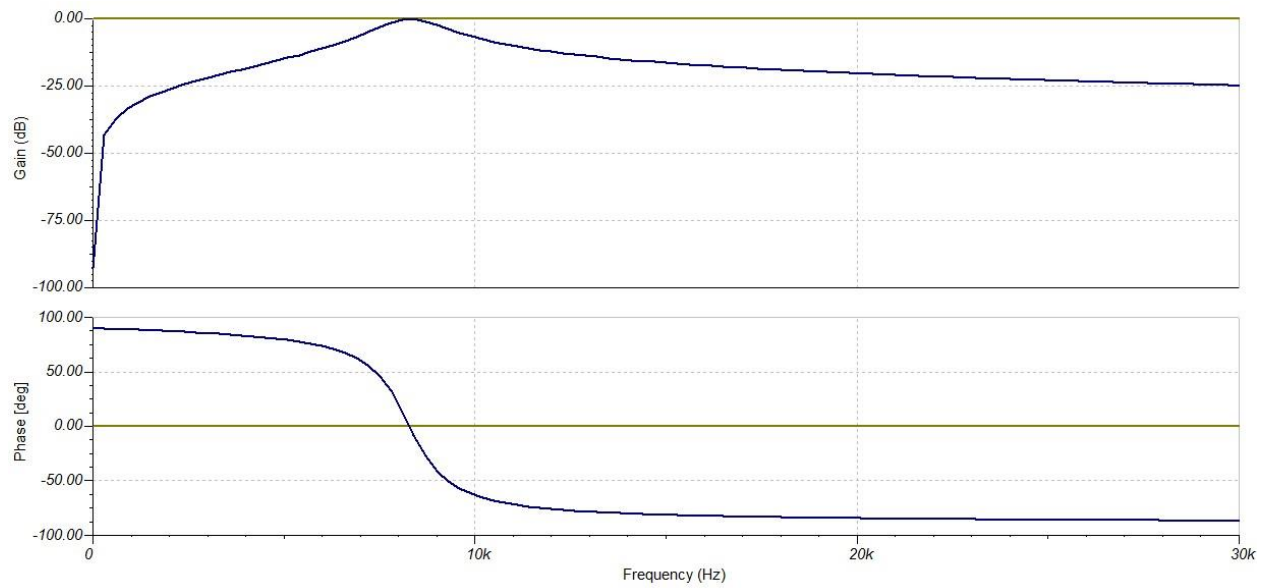
Из графика можно определить, что на частоте 820 Гц в цепи возникает последовательный резонанс.

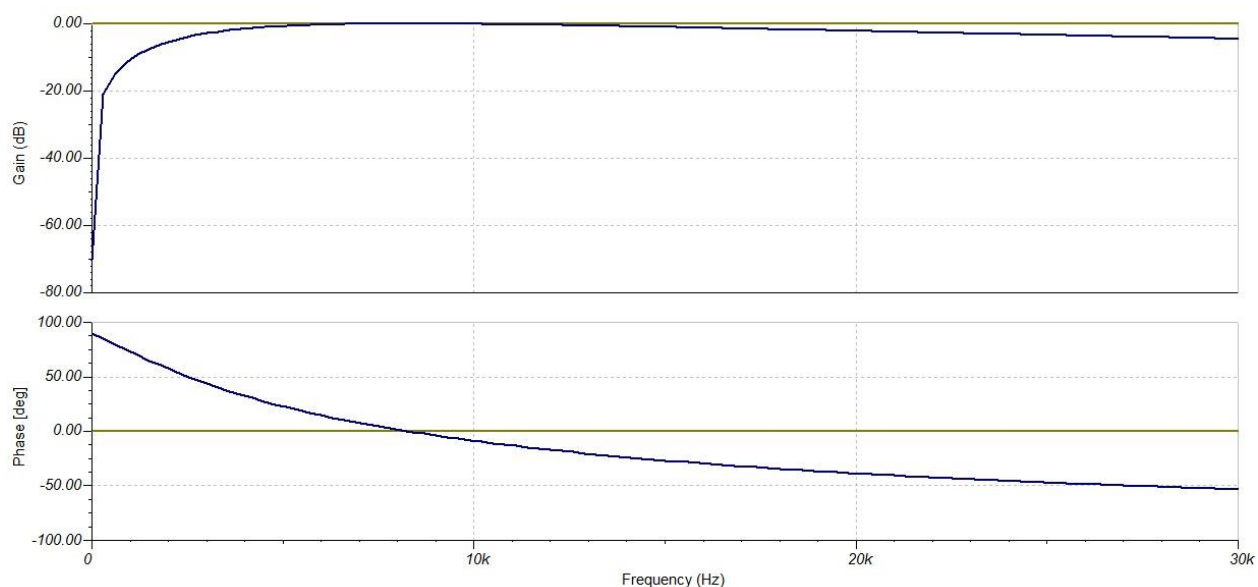
Семейство графиков ФЧХ.



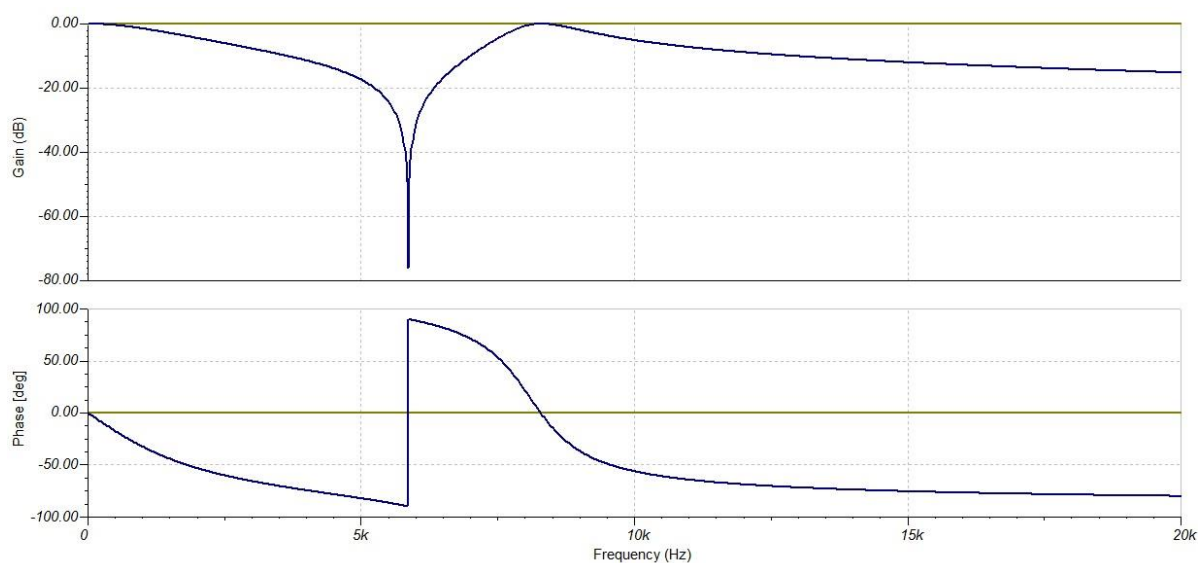
По фазо-частотным характеристикам видно, что при резонансе разность фаз между входным напряжением и током равна нулю. Фаза напряжения на индуктивности меняется от $+180^\circ$ до 0° , а фаза напряжения на емкости меняется от 0° до -180° .

10. Придадим резистору последовательно четыре значения: 125, 625, 1125, 1625 Ом и получим графики АЧХ и ФЧХ. С увеличением активного напряжения снижается влияние реактивных элементов, и диапазон резонансных частот расширяется.





11. Подключим к точкам 1А и 2А реактивный трехэлементный двухполюсник (с двумя индуктивностями) и исследуем АЧХ и ФЧХ двухполюсника в диапазоне частот от 2 до 20 кГц:



12. Измерим напряжения и фазы в узлах 1А и 2А результаты запишем в таблицу:

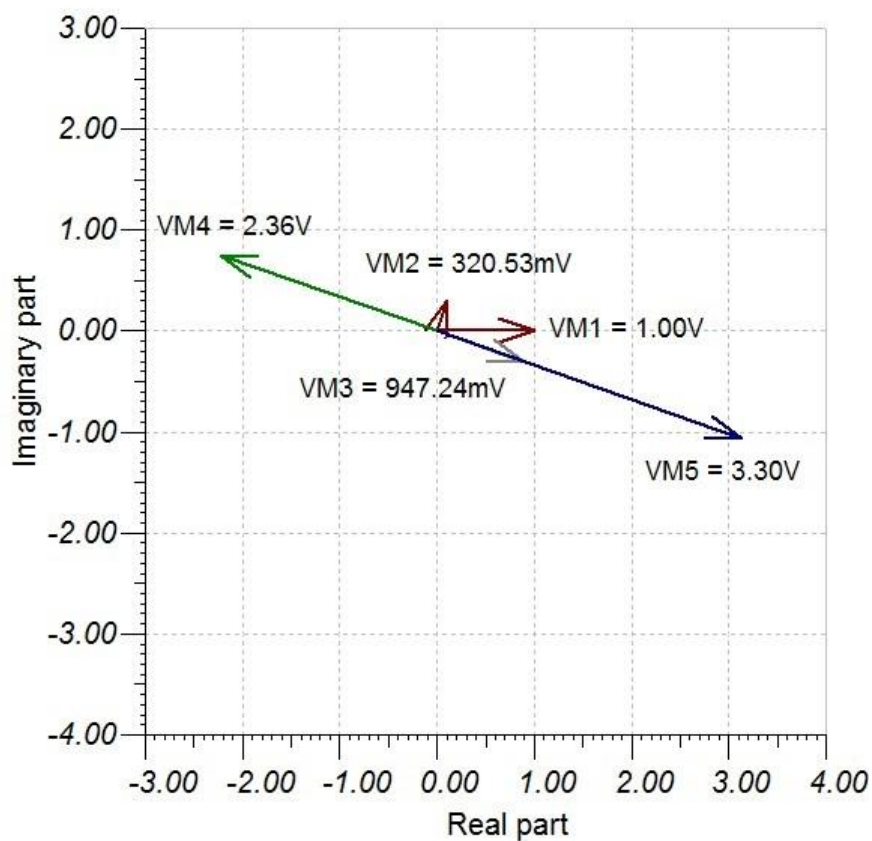
N	$f, \text{кГц}$	$U_1, \text{В}$	φ_1	$U_2, \text{мВ}$	φ_2
1	2	1	0	598,24	-53,26
2	3	1	0	410,77	-65,77
3	4	1	0	267,01	-74,51
4	5	1	0	134,93	-82,25
5	6	1	0	26,83	88,46
6	7	1	0	320,53	71,31
7	8	1	0	929,21	21,69

8	9	1	0	801,57	-36,72
9	10	1	0	555,19	-56,28
10	11	1	0	432,28	-64,39
11	12	1	0	360,3	-68,88
12	13	1	0	312,26	-71,8
13	14	1	0	277,38	-73,9
14	15	1	0	250,58	-75,49
15	16	1	0	229,16	-76,75
16	17	1	0	211,53	-77,79
17	18	1	0	196,71	-78,66
18	19	1	0	184,02	-79,4
19	20	1	0	173,01	-80,4

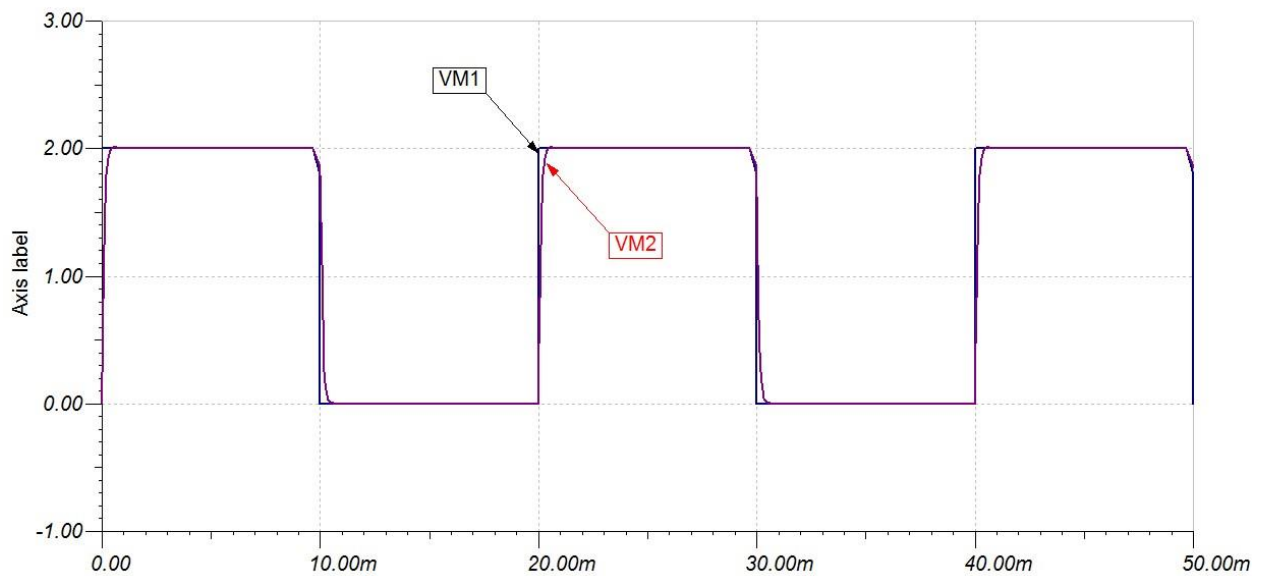
13. Замерим напряжения и фазы в узлах схемы на частоте $f = 5 + 2 = 7 \text{ кГц}$:

$U_1, \text{ В}$	φ_1	$U_2, \text{ мВ}$	φ_2	$U_d, \text{ В}$	φ_d
1	0	320.53	71.31	3.32	-13.15

14. Векторная диаграмма:



15. Переключим генератор в режим прямоугольных импульсов в схеме с одним индуктивным элементом и получим осциллограмму:



Дополнительно надо выполнить все пункты домашнего задания и написать выводы !