

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО Московский государственный технологический университет
«СТАНКИН»

Кафедра «Электротехника, электроника и автоматика»
Дисциплина «Электротехника»

Отчёт по лабораторной работе № 4
«Определение частотных характеристик линейных RC и RL - цепей первого
порядка »

Вариант - 2

Выполнил: студент группы АДБ-17-11

Антонов А.Б.

Проверил: преподаватель

Сорокин В.О.

Оценка: _____

Дата: _____

Москва 2018г.

Цель работы: исследование частотных свойств линейных RC и RL-цепей первого порядка.

Схема виртуального эксперимента и численного анализа частотных характеристик RC-цепей:

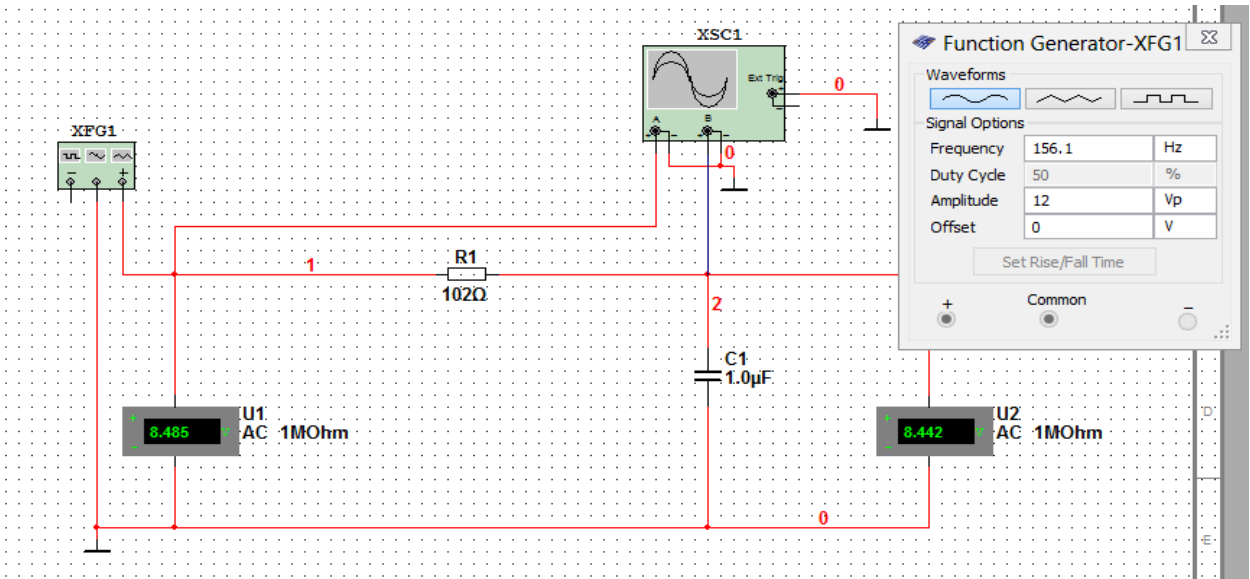
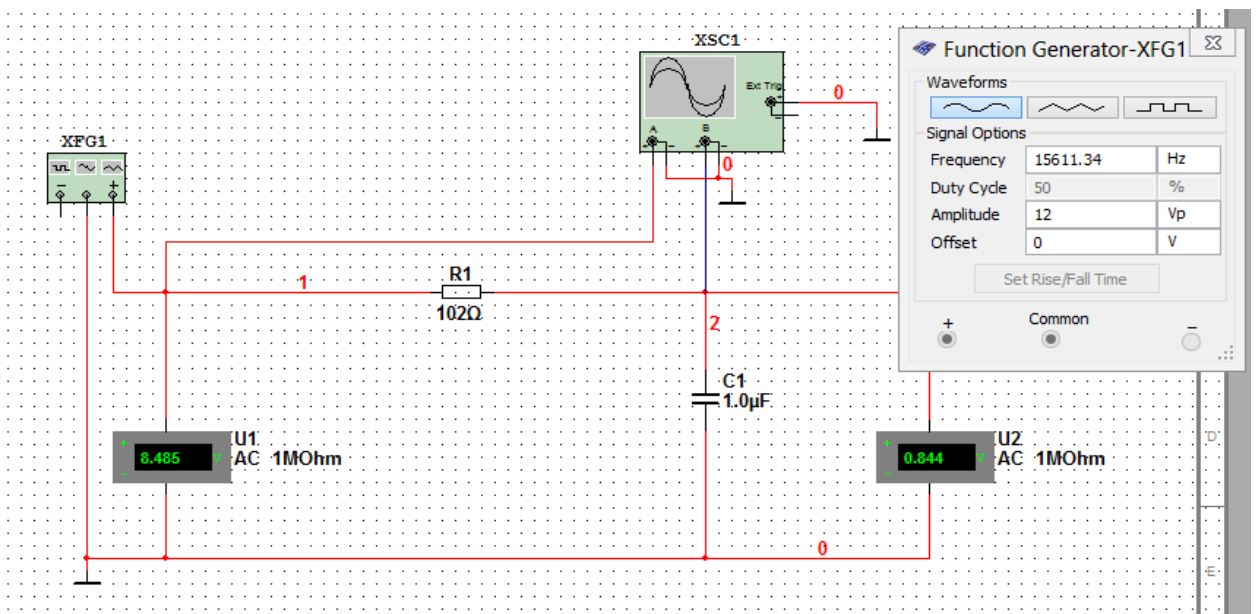
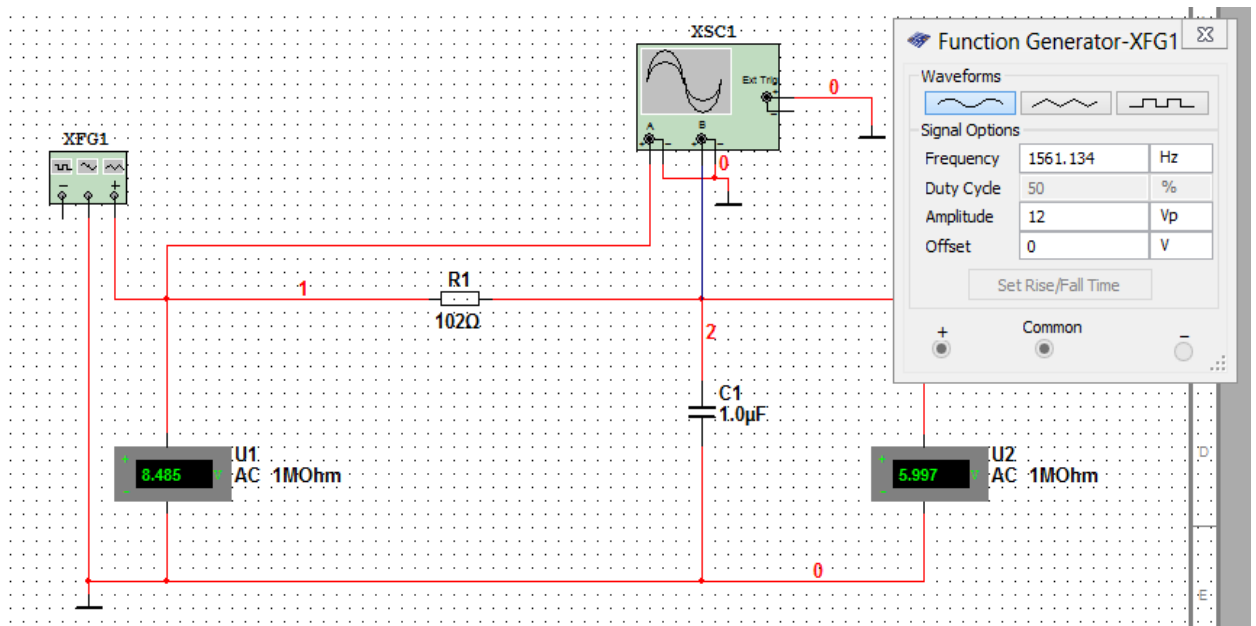
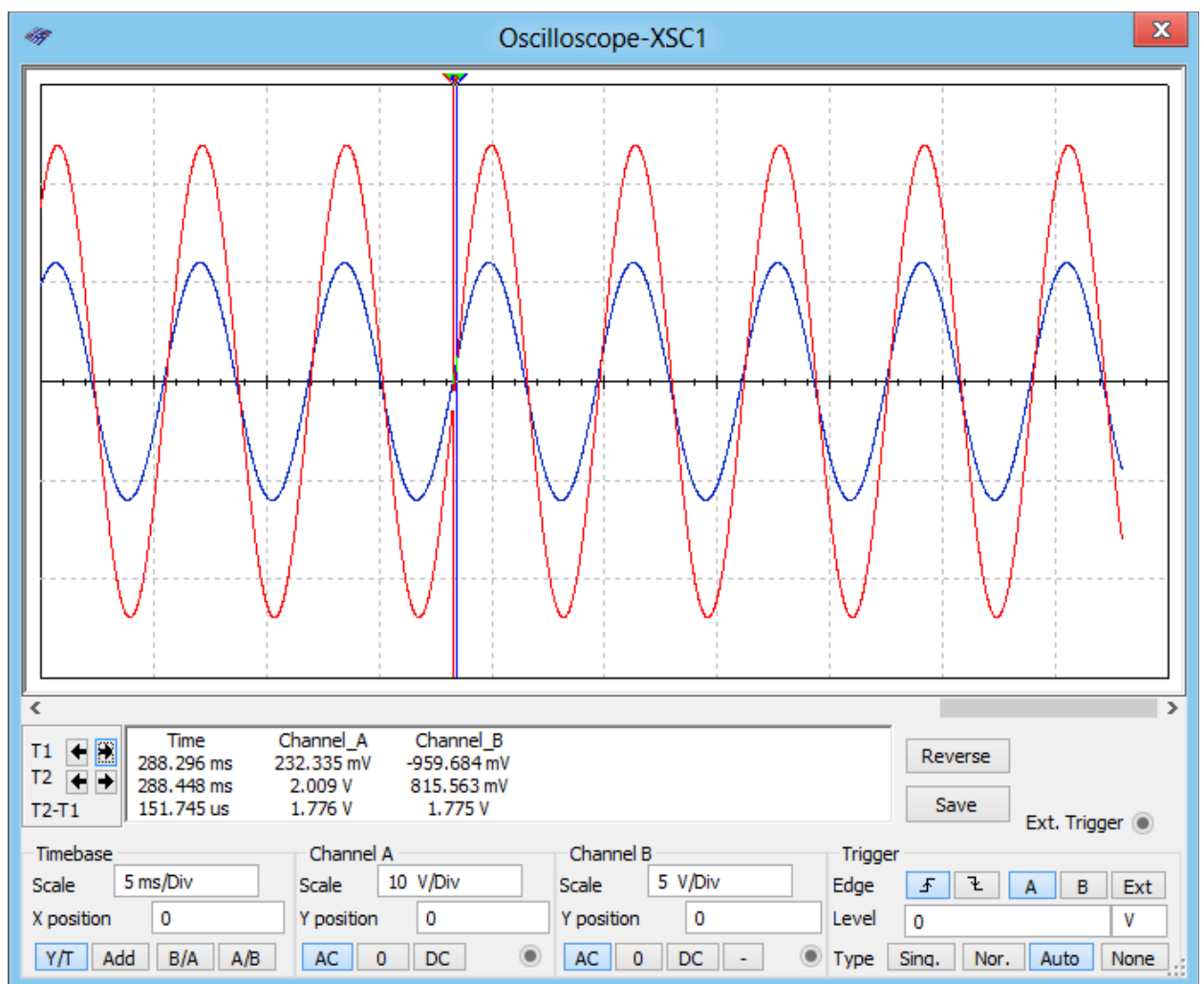
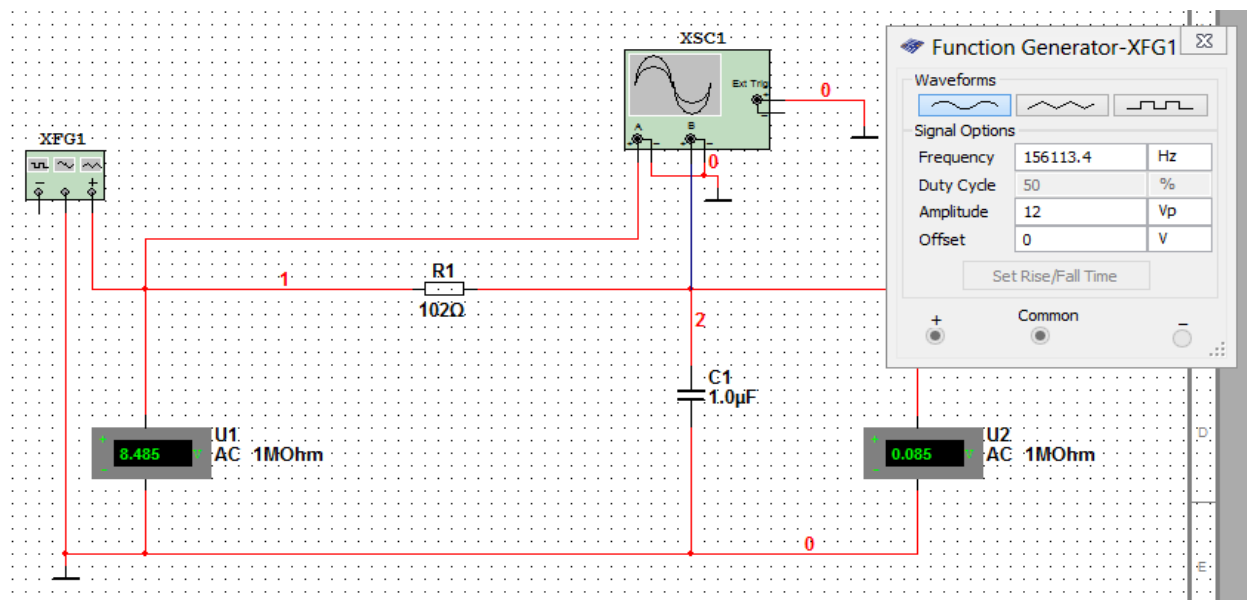


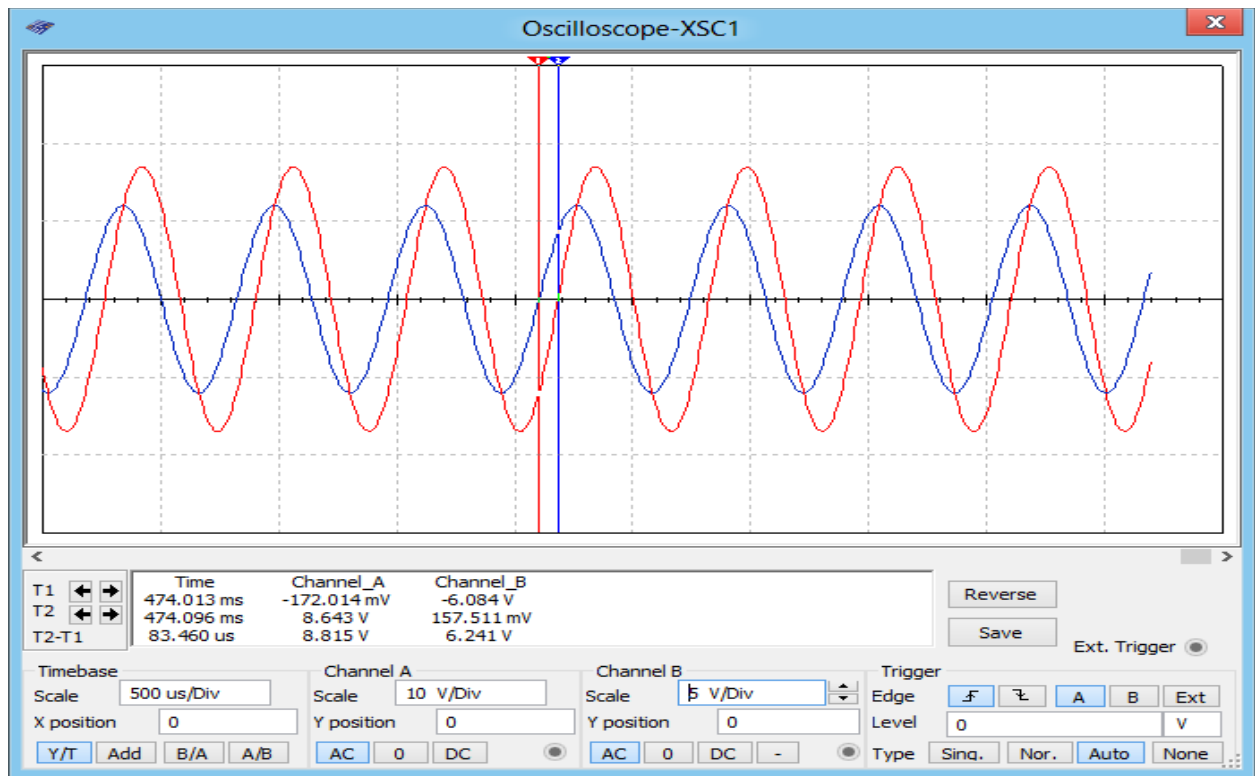
Рис. 1

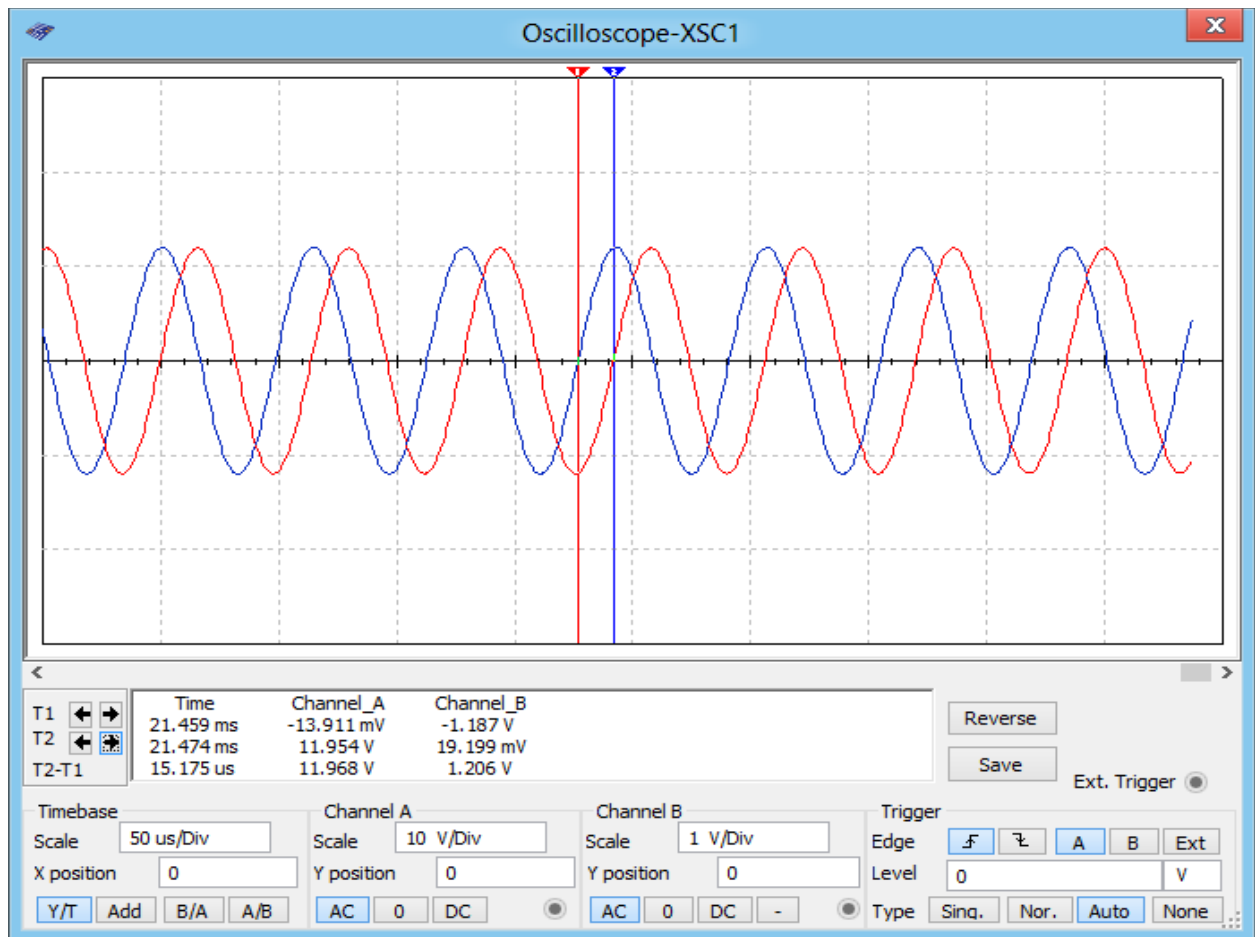
Экспериментальные частотные характеристики RC-цепи при $U_{вх}=U_c$

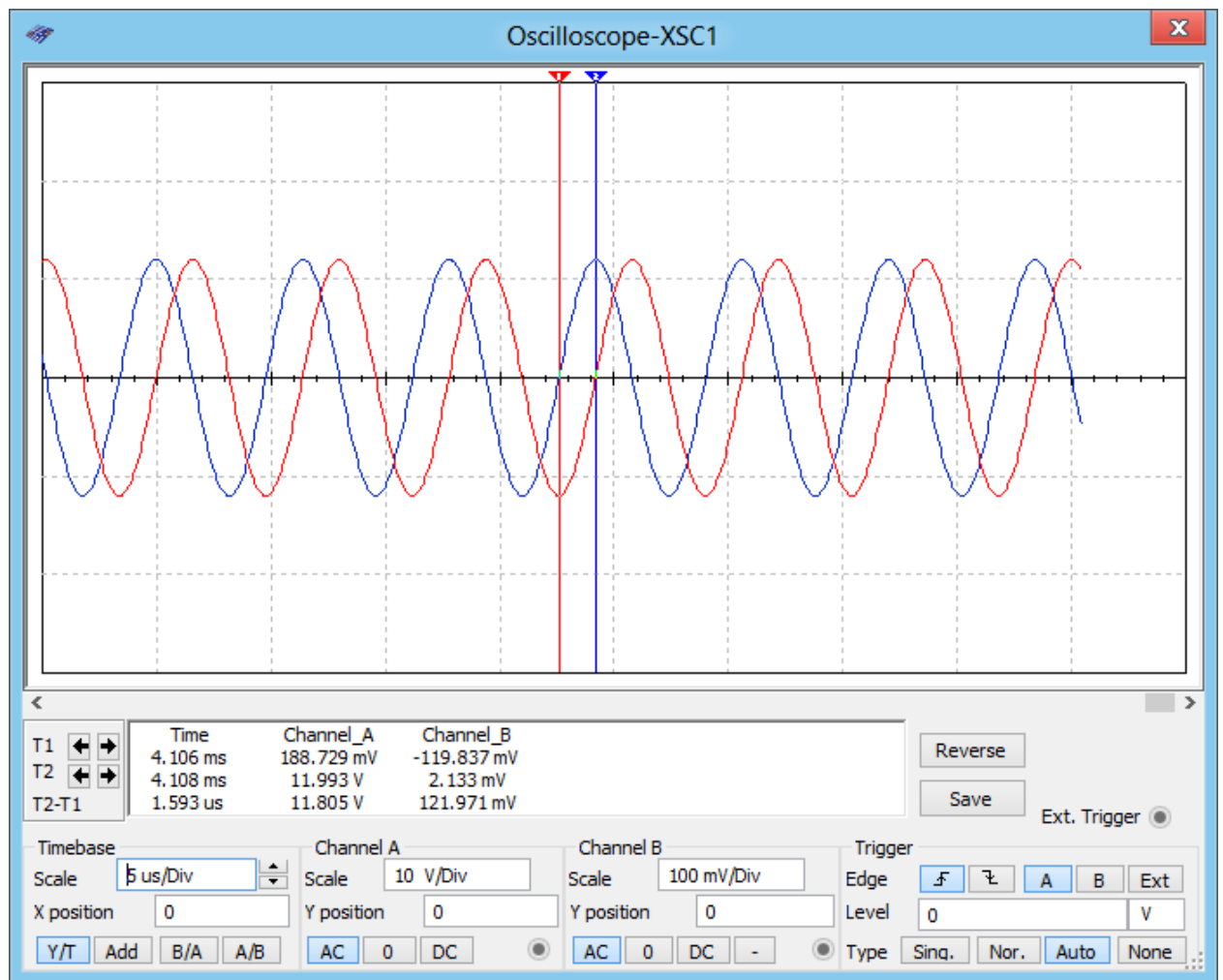
$f, \text{Гц}$	0	$f_{\text{нач}}=0,1f_{\text{сп}}$	$1f_{\text{сп}}$	$10 f_{\text{сп}}$	$100 f_{\text{сп}}$	∞	Примеч.
	0	156.1	1561.134	15611.34	156113.4	∞	
$\lg f$	-	2.2	3.2	4.2	5.2	-	
$U_{\text{Вых}}, \text{В}$	0	8.442	5.997	0.844	0.084	0	
$U_{\text{Вх}}, \text{В}$	0	8.485	8.485	8.485	8.485	8.485	
$ W_u(j\omega) $	0	0.995	0.707	0.0995	0.01	0	АЧХ
$t, \text{с}$	0	0.00015	0.000083	0.000015	0.0000016	0	
$\varphi, \text{град}$	0	8.53	46.9	85.3	89.35	0	ФЧХ
$L(\omega), \text{дБ}$	-	-0.0435	-3.012	-20,043	-40	-	ЛАЧХ



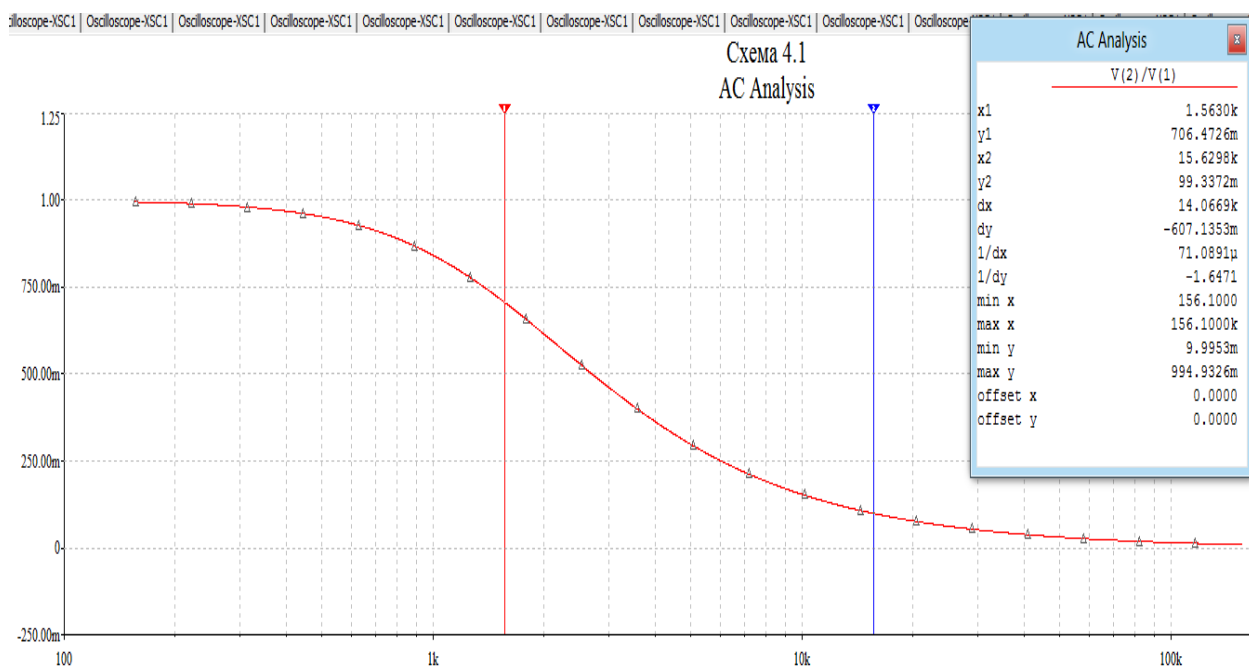




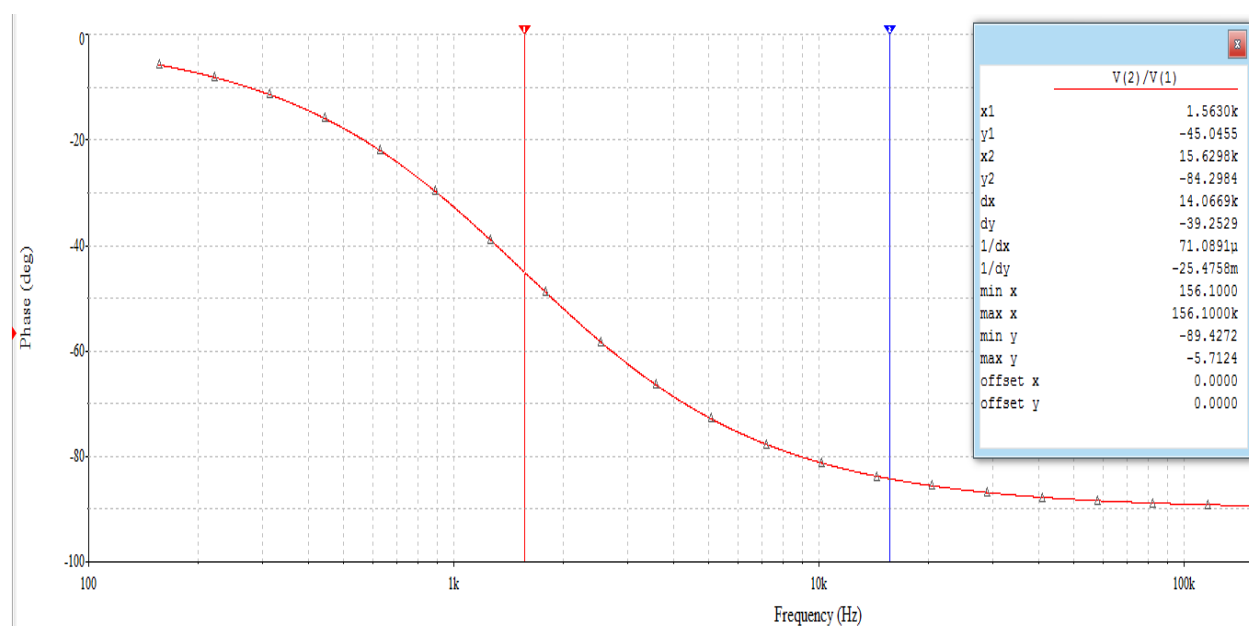




Относительные значения амплитуды (Magnitude)



Значение аргумента частотной передаточной функции (Phase)



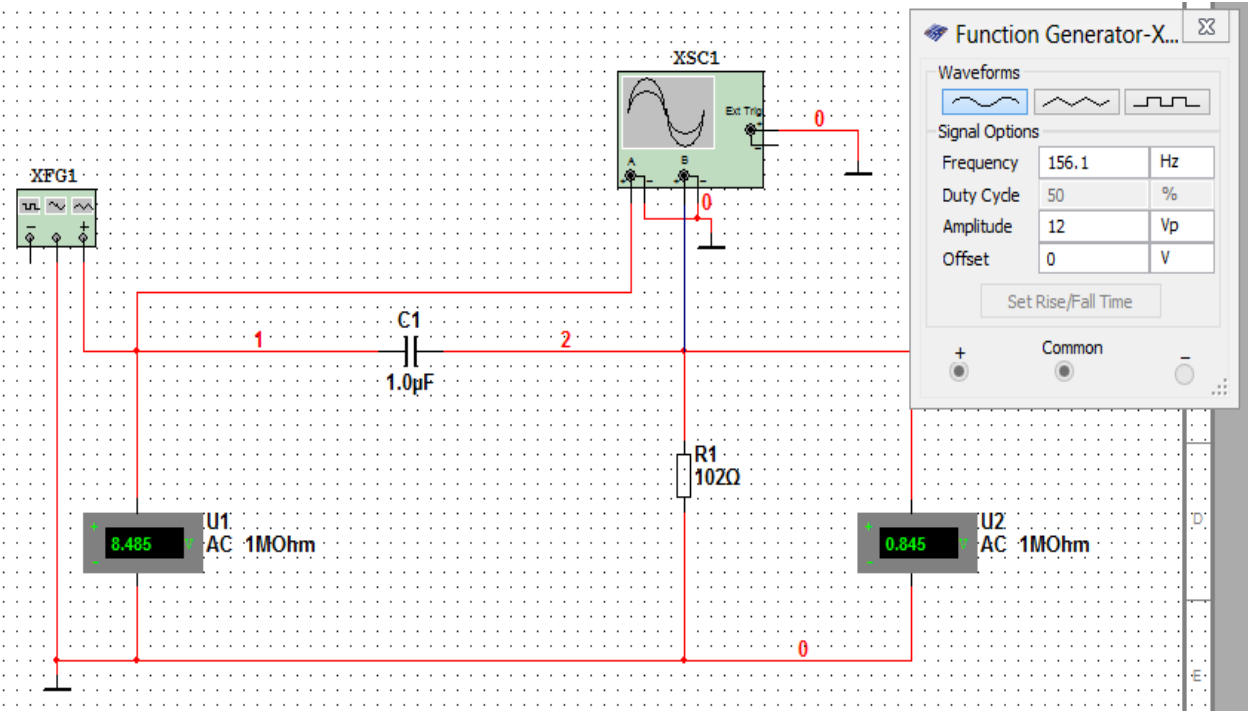
Результаты численного анализа: АЧХ, ФЧХ при $U_{BX}=U_c$

	$f_{нач}=0,1f_{сп}$	$1f_{сп}$	$10f_{сп}$	$100f_{сп}$	Примечание
	156.1	1561.134	15611.34	156113.4	
$ W_u(j\omega) $	0.995	0.707	0.099	0.01	АЧХ
φ , град	-5.7	-45	-84.3	-89.42	ФЧХ

Табл. 2

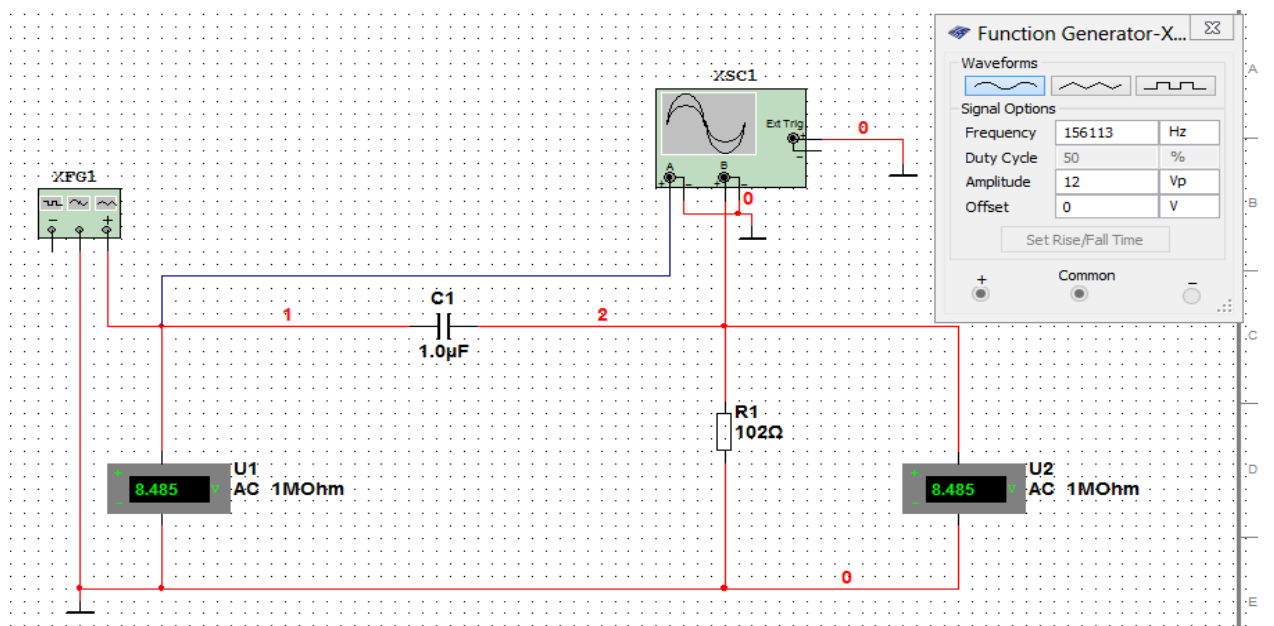
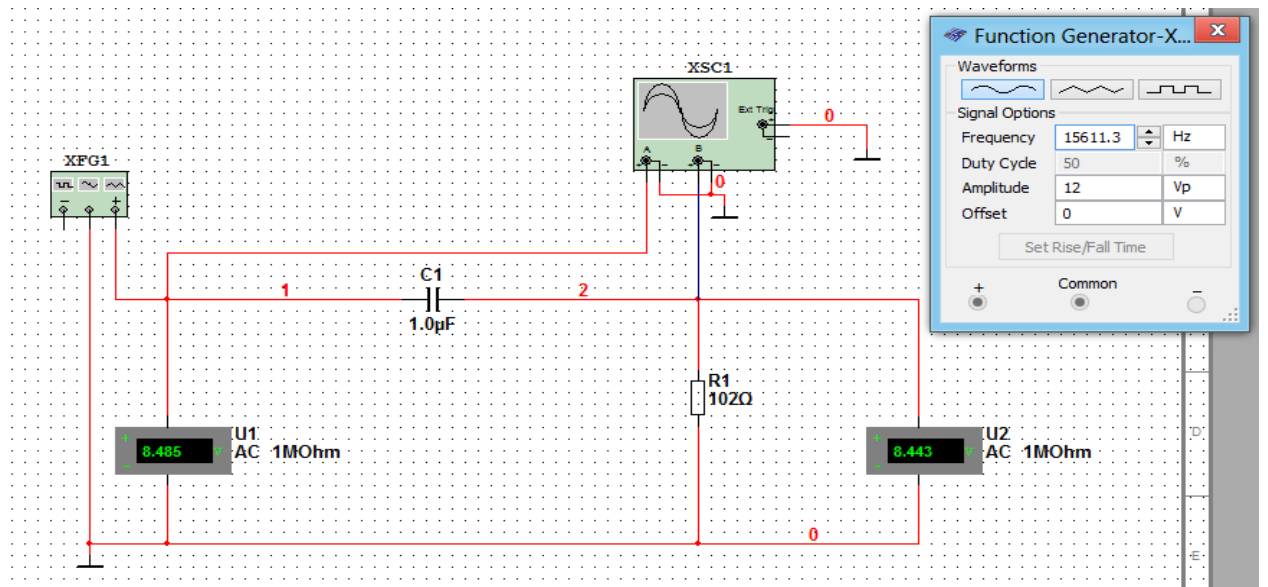
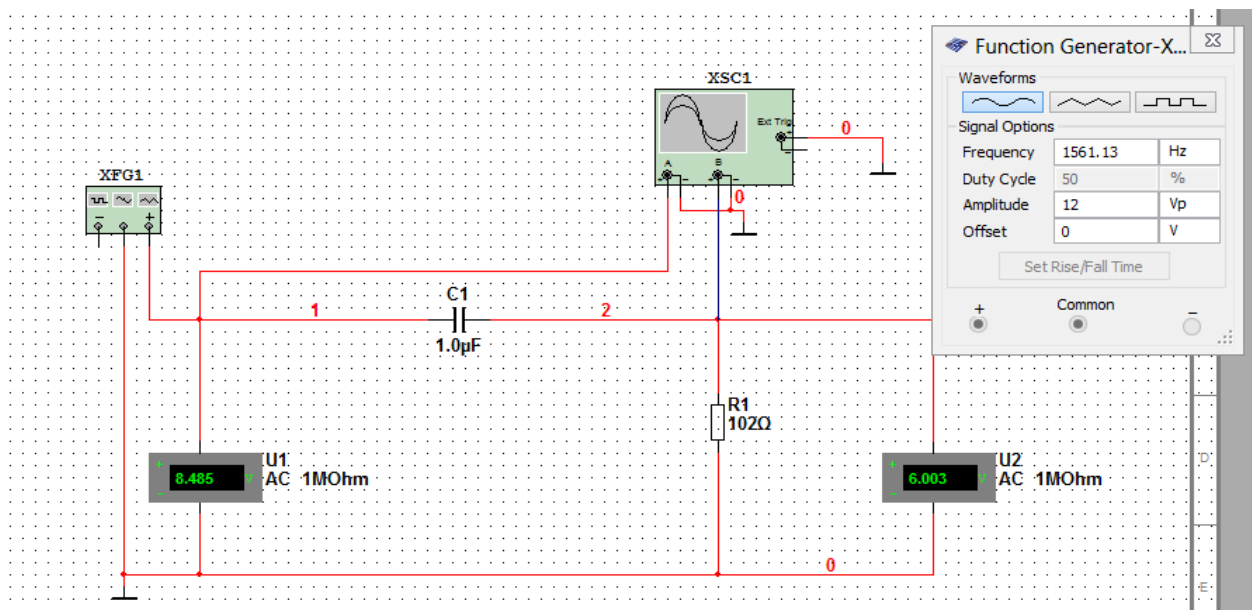
Вывод: амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) монотонно убывает с ростом частоты и стремится к нулю при $\omega \rightarrow \infty$. Фазо-частотная (ФЧХ) характеристика также монотонно убывает, изменяясь от 0 при $\omega=0$ до $\pi/2$ при $\omega \rightarrow \infty$.

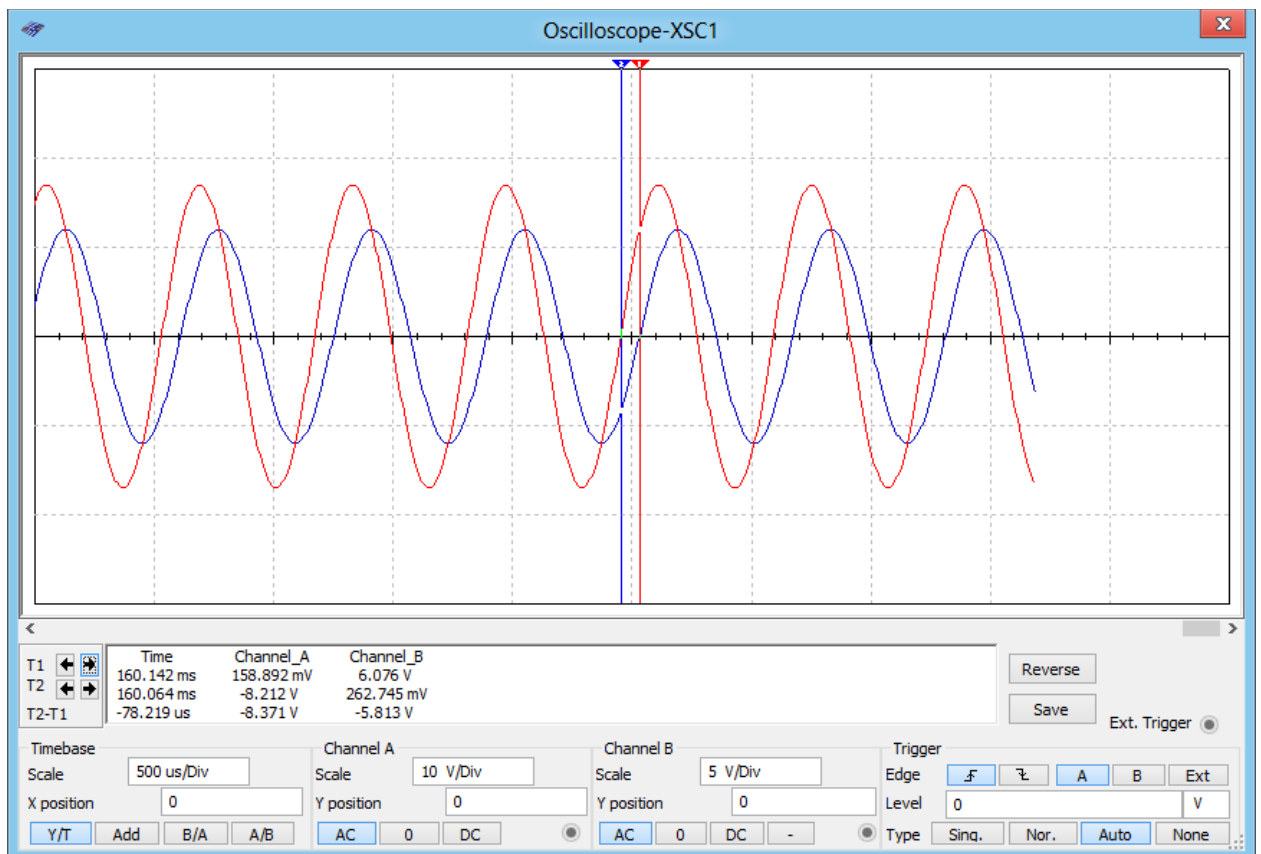
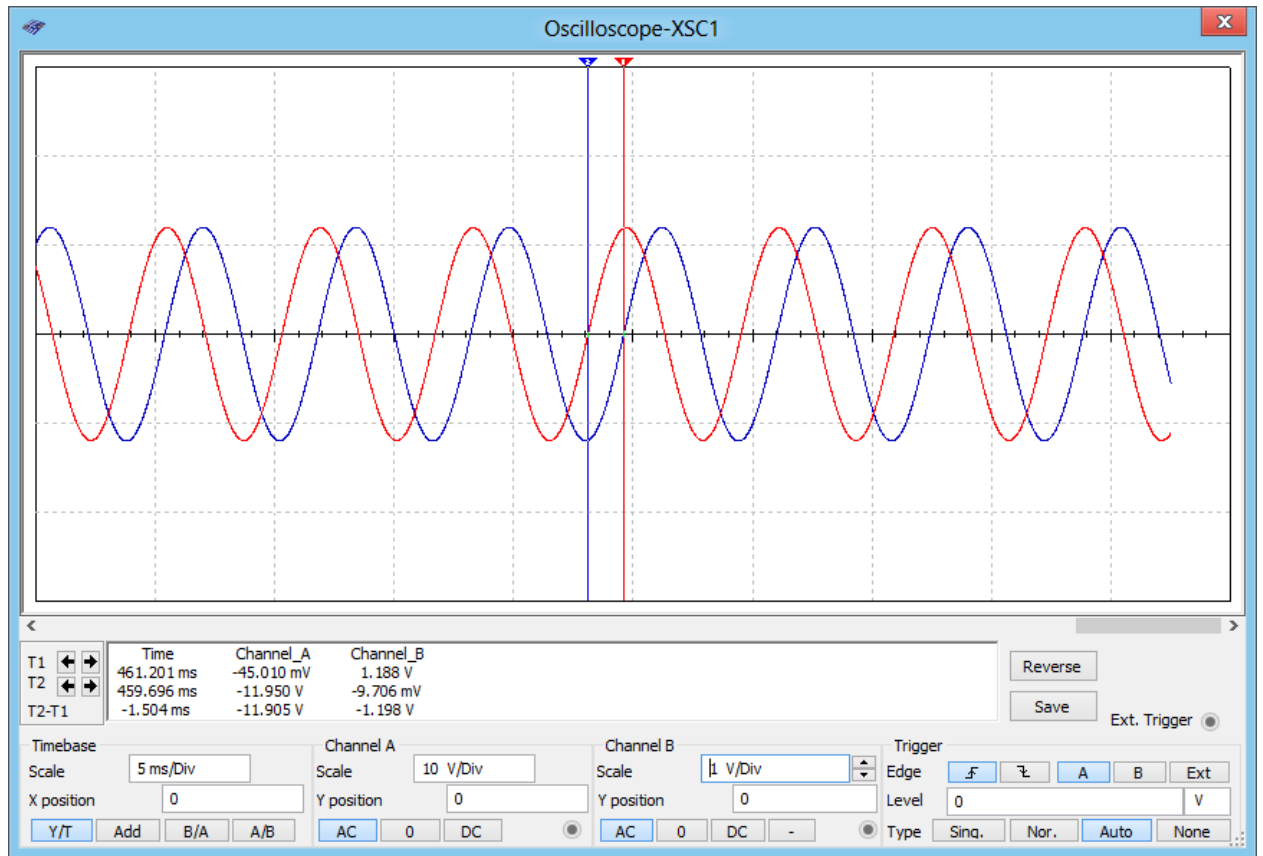
Схема виртуального эксперимента и численного анализа для определения частотных характеристик CR- цепи:

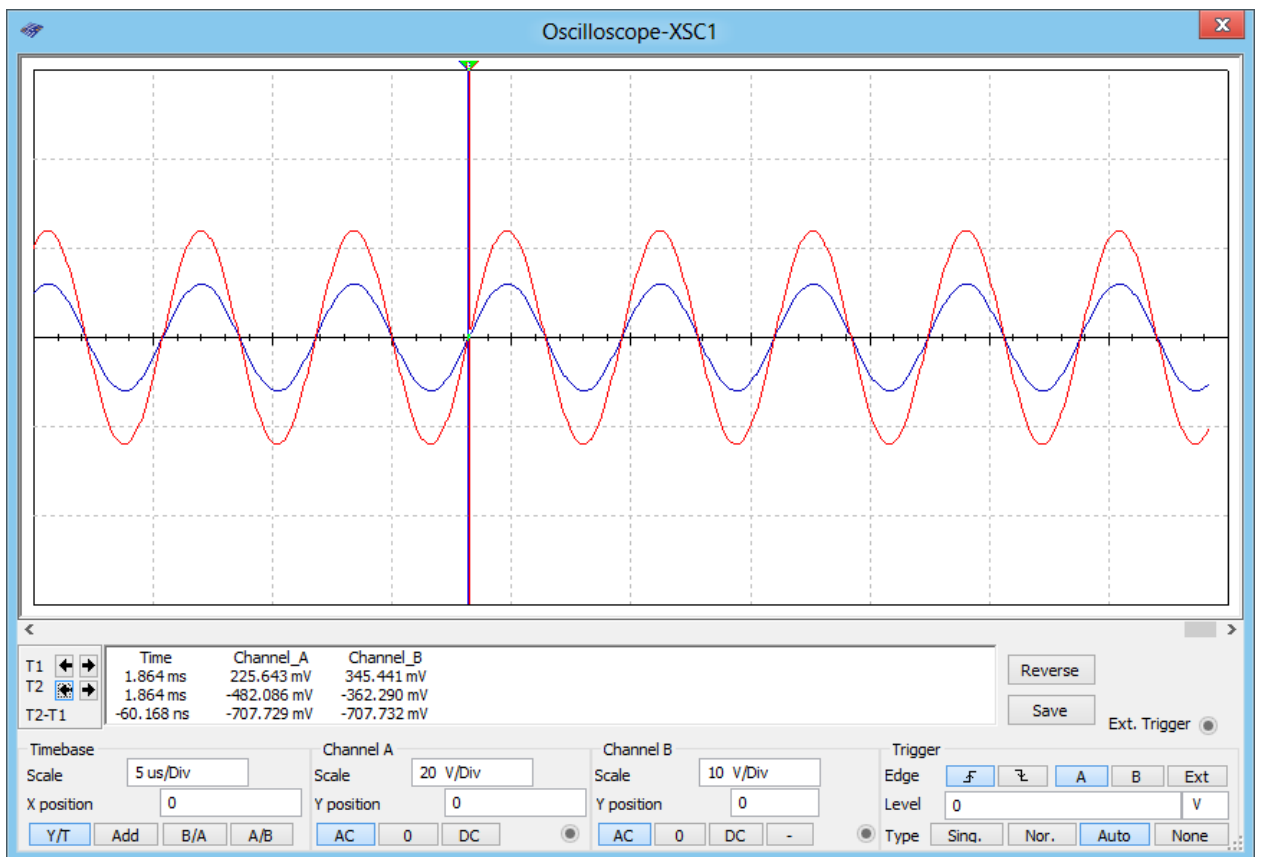
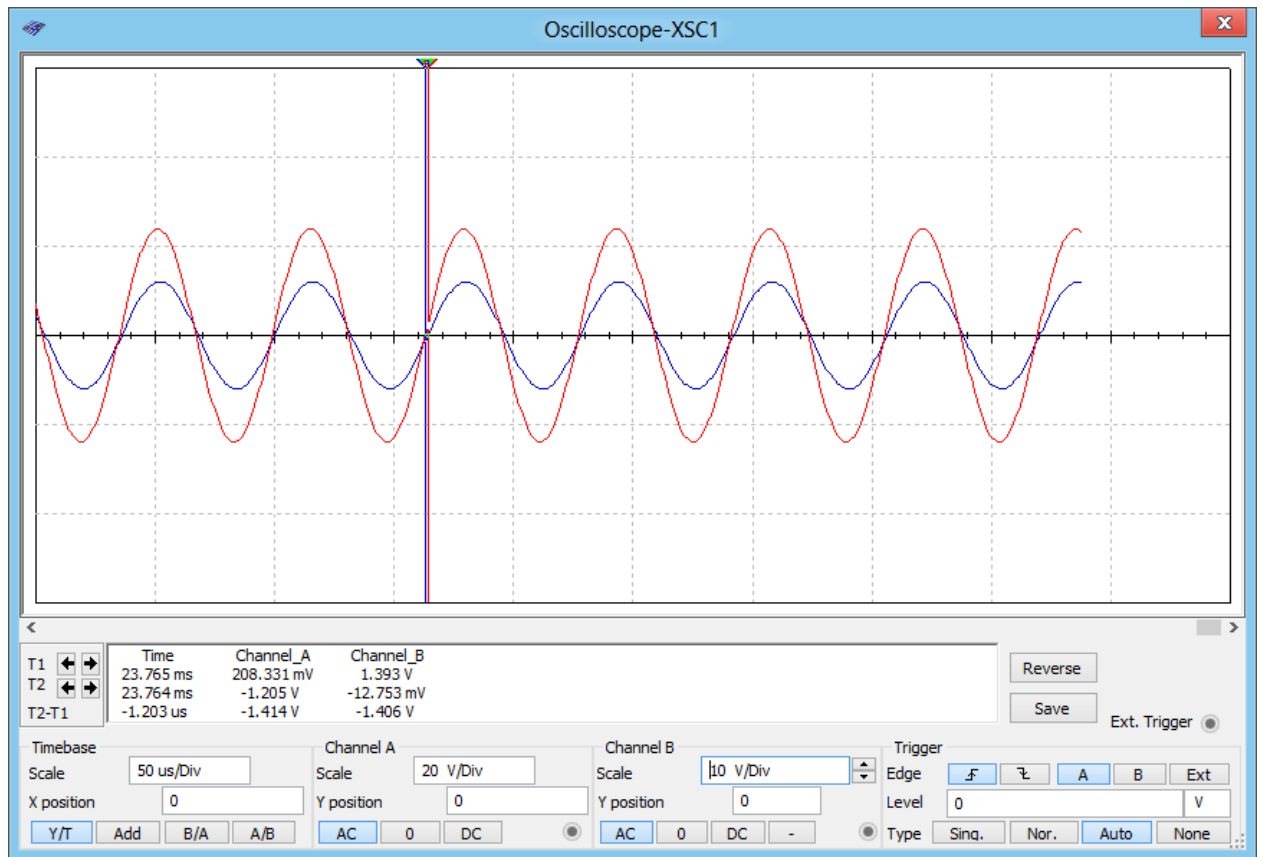


Экспериментальные частотные характеристики CR- цепи при $U_{\text{вых}}=U_R$

f, Гц	0	$f_{\text{нач}}=0,1f_{\text{ср}}$	$1f_{\text{ср}}$	$10 f_{\text{ср}}$	$100 f_{\text{ср}}$	∞	Примеч.
	0	156.1	1561.134	15611.34	156113.4	∞	
$\lg f$	-	2.193	3.193	4.193	5.193	-	
$U_{\text{ввых}}, \text{В}$	0	0.845	6.003	8.443	8.485	∞	
$U_{\text{вх}}, \text{В}$	0	8.485	8.485	8.485	8.485	8.485	
$ W_u(j\omega) $	0	0,0996	0.68	0,995	≈ 1	∞	АЧХ
$t, \text{с}$	0	-1.504m	-78.22u	-1.2u	-60.17n	∞	
$\varphi, \text{град}$	0	-84.53	-44	-6.74	-3.4	∞	ФЧХ
$L(\omega), \text{дБ}$	-	-20,0348	-3.35	-0,043	-0.009	-	ЛАЧХ







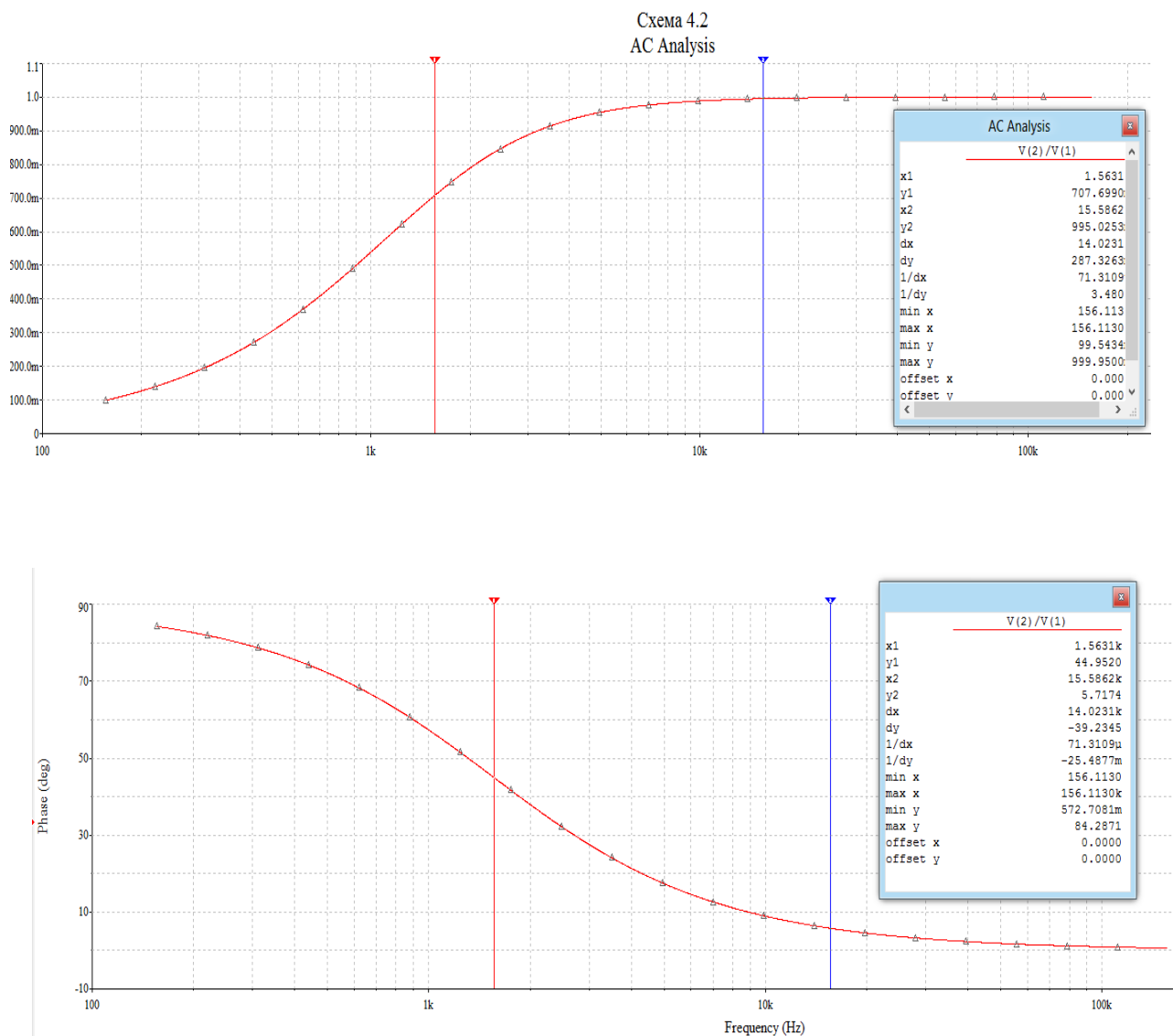


Рис. 4

Результаты численного анализа: ФЧХ, ФЧХ при $U_{\text{вх}}=U_{\text{R}}$

	$f_{\text{нач}}=0,1f_{\text{сп}}$	$1f_{\text{сп}}$	$10f_{\text{сп}}$	$100f_{\text{сп}}$	Примечание
	156.1	1561.134	15611.34	156113.4	
$ W_u(j\omega) $	0.995	0.707	0.995	0.99995	АЧХ
φ , град	84.28	44.95	5.72	0.57	ФЧХ

Табл. 4

Вывод: Чем больше частота, тем ниже разность начальных фаз φ , которая стремится к 0° . Но в отличие от первой цепи, на второй цепи разность $\varphi > 90^\circ$. По сравнению с первой цепью, значение АЧХ $|W_u(j\omega)|$ возрастает и стремится к 1,0.

Определение частотных характеристик линейных RL-цепей первого порядка

Схема виртуального эксперимента и численного анализа для определения частотных характеристик RL- цепи:

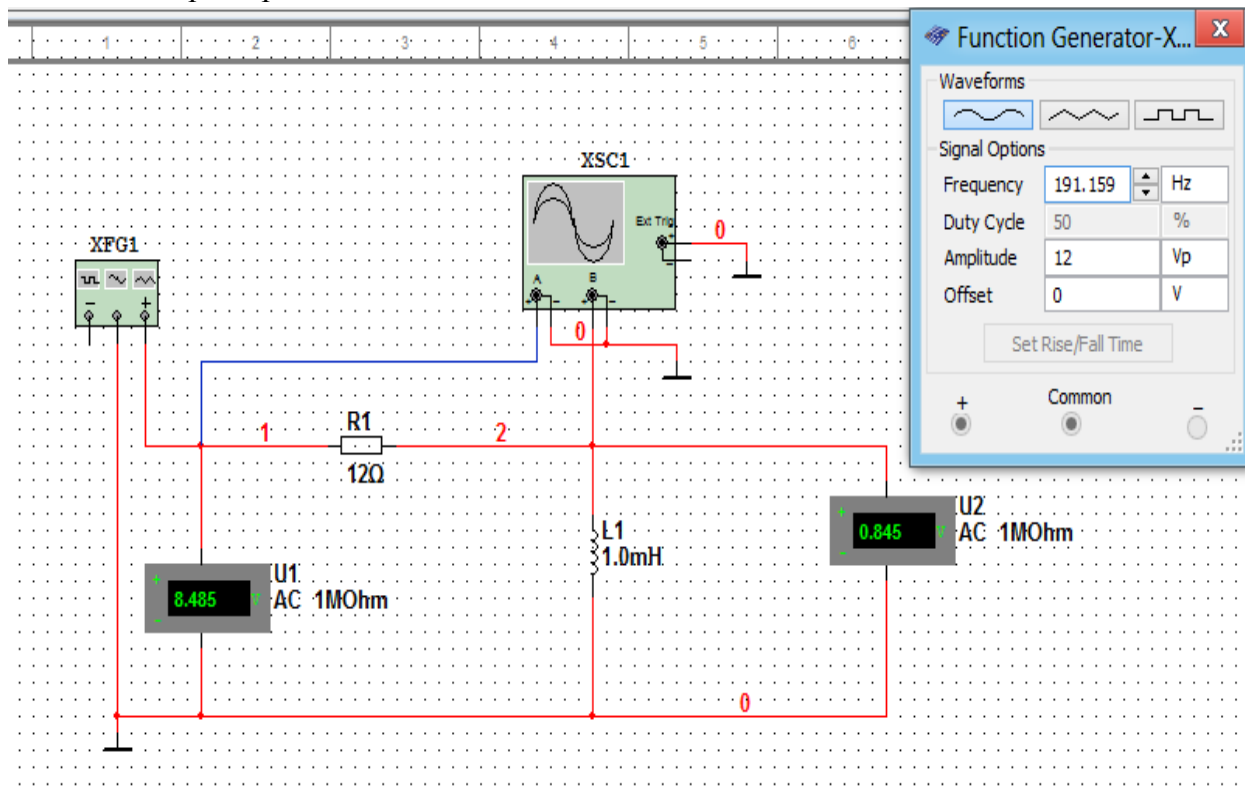
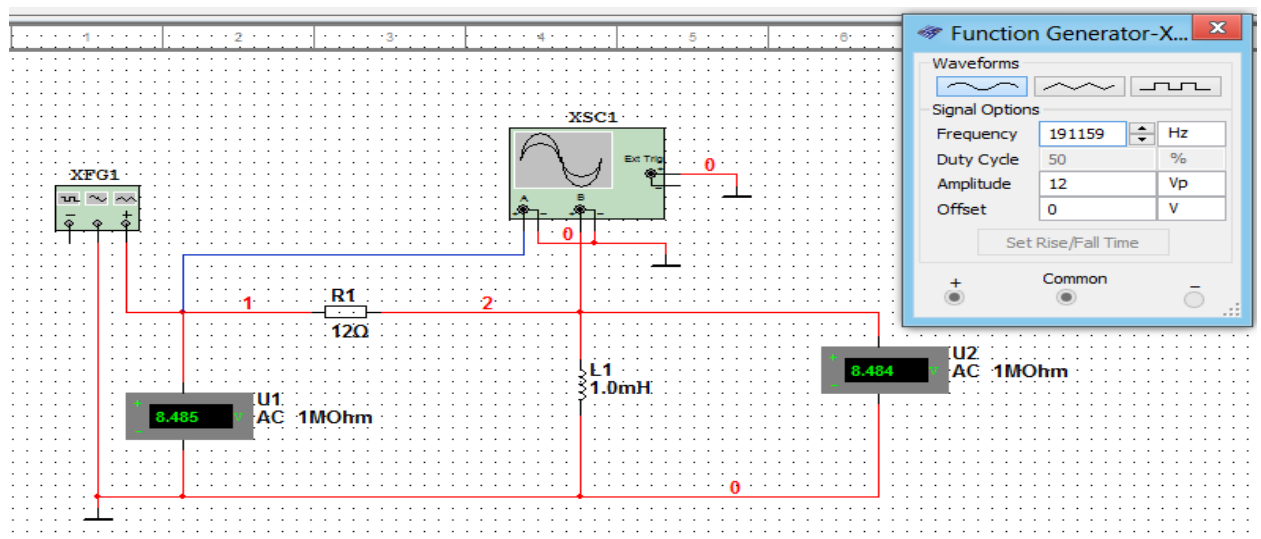
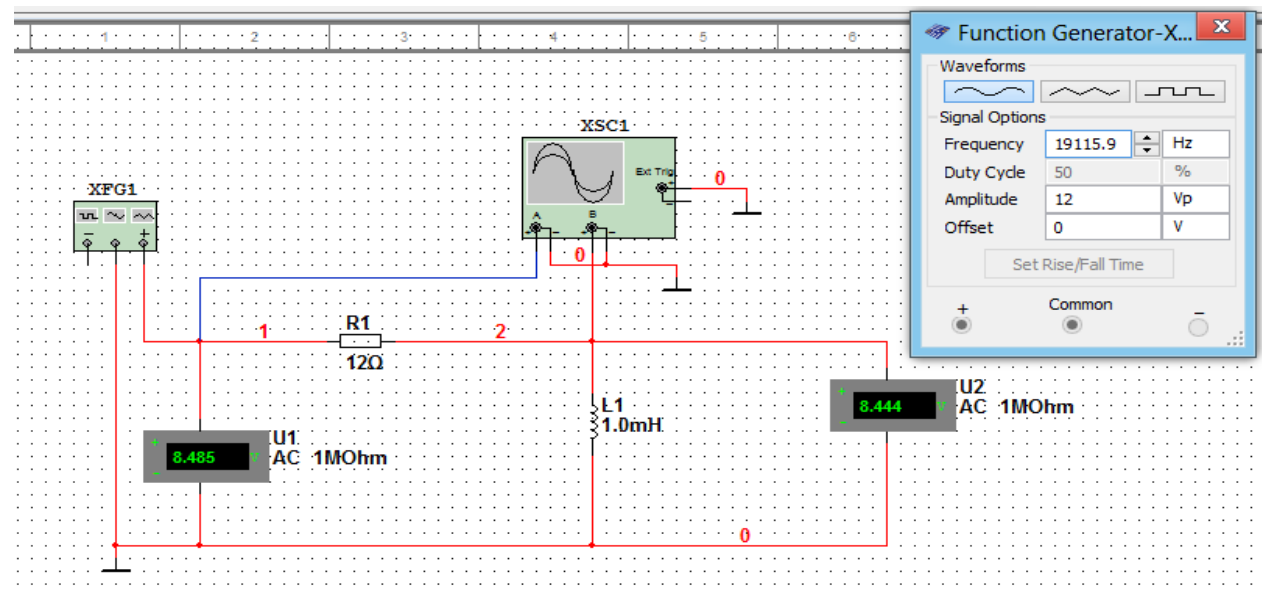
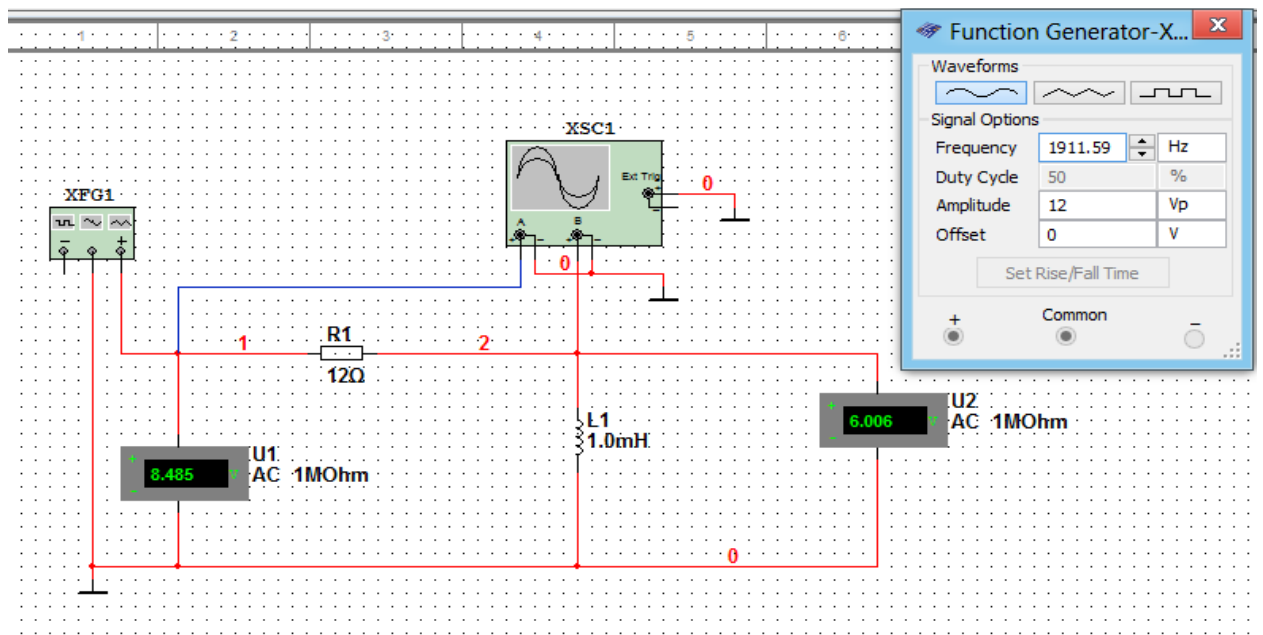
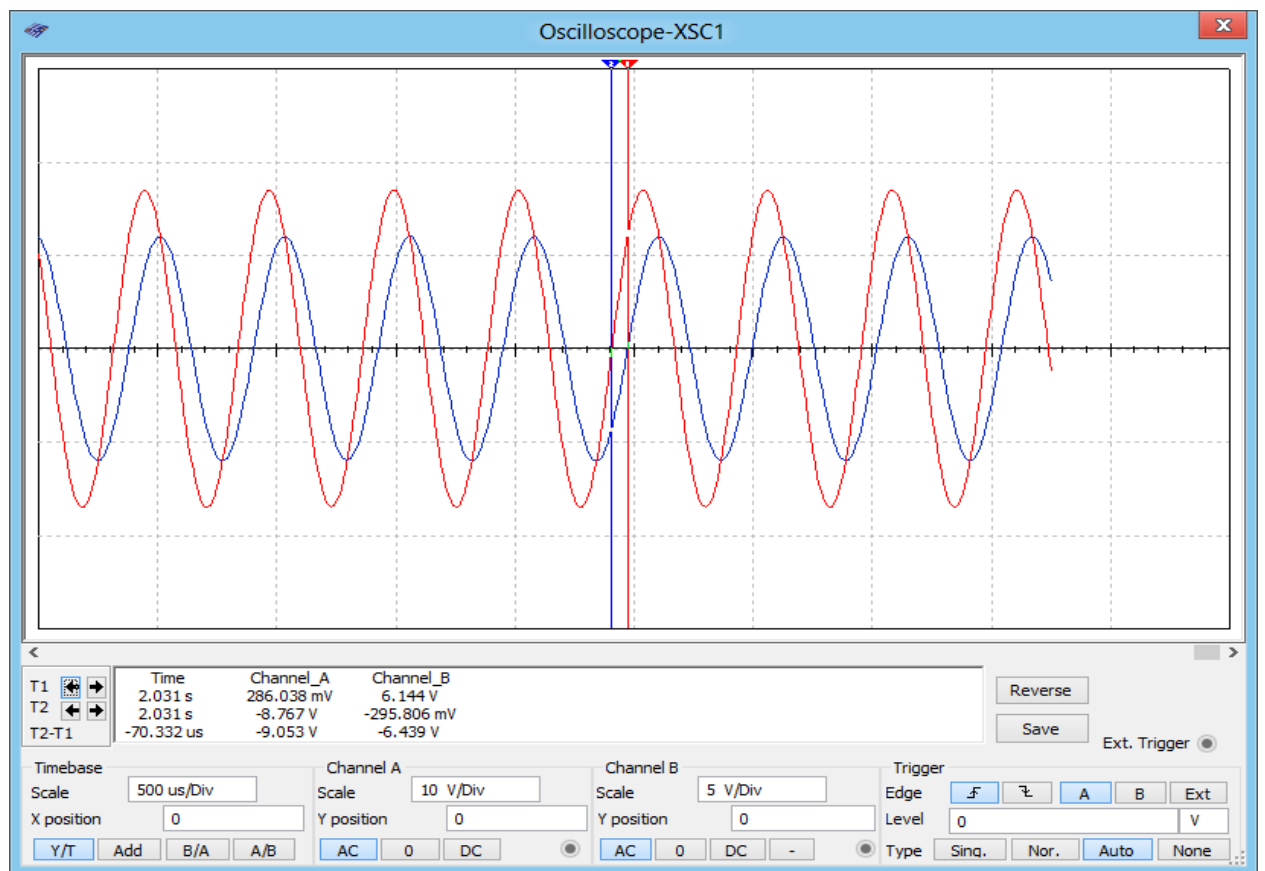
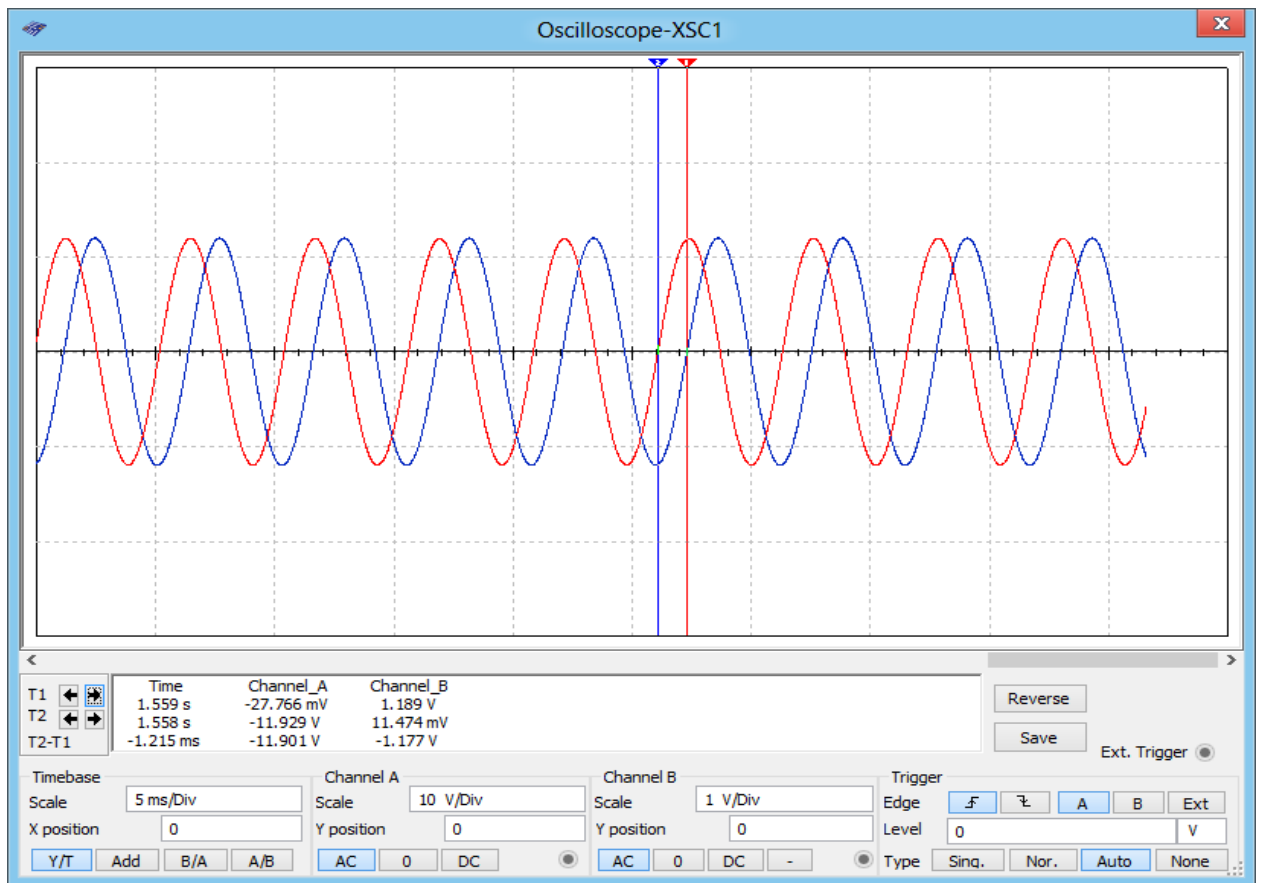


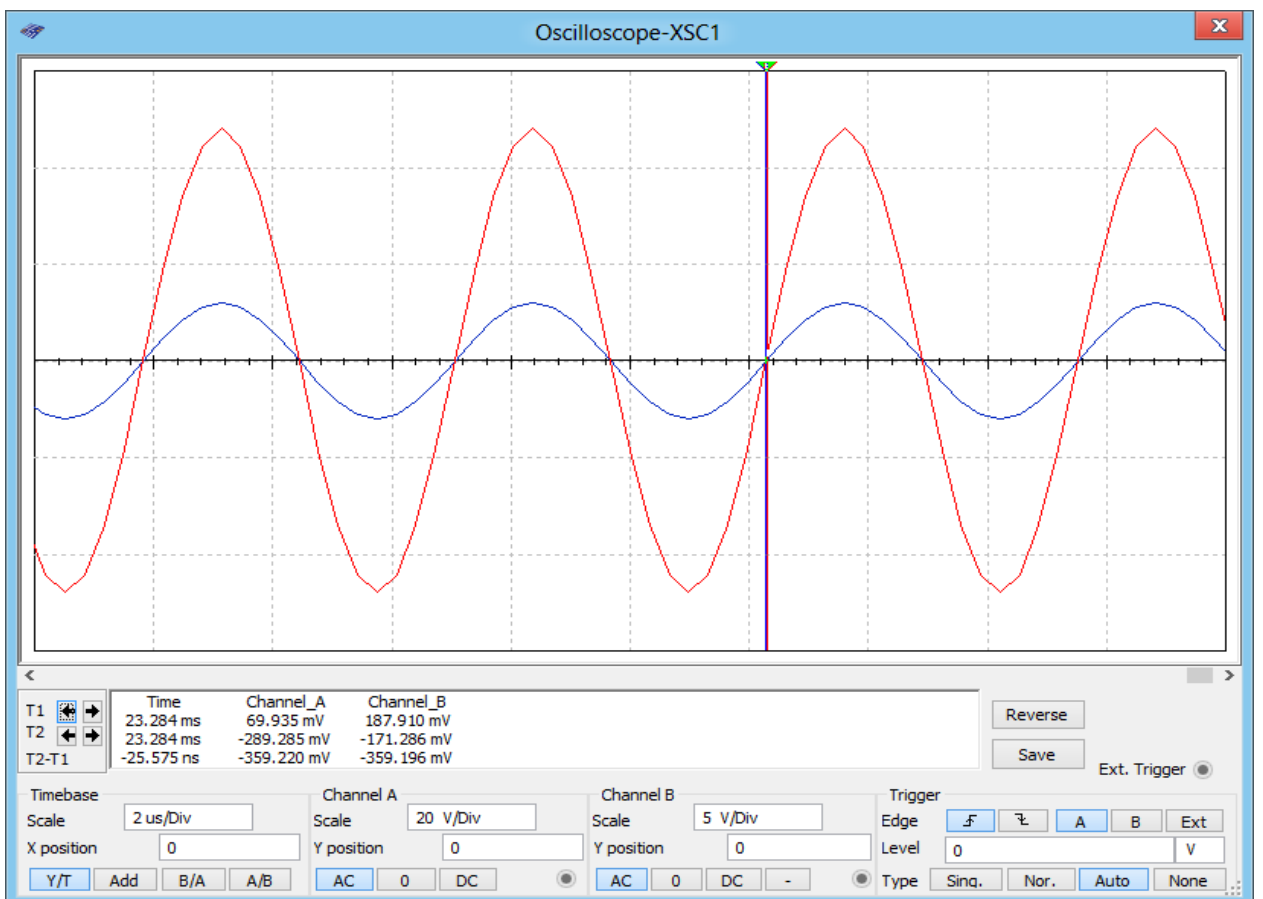
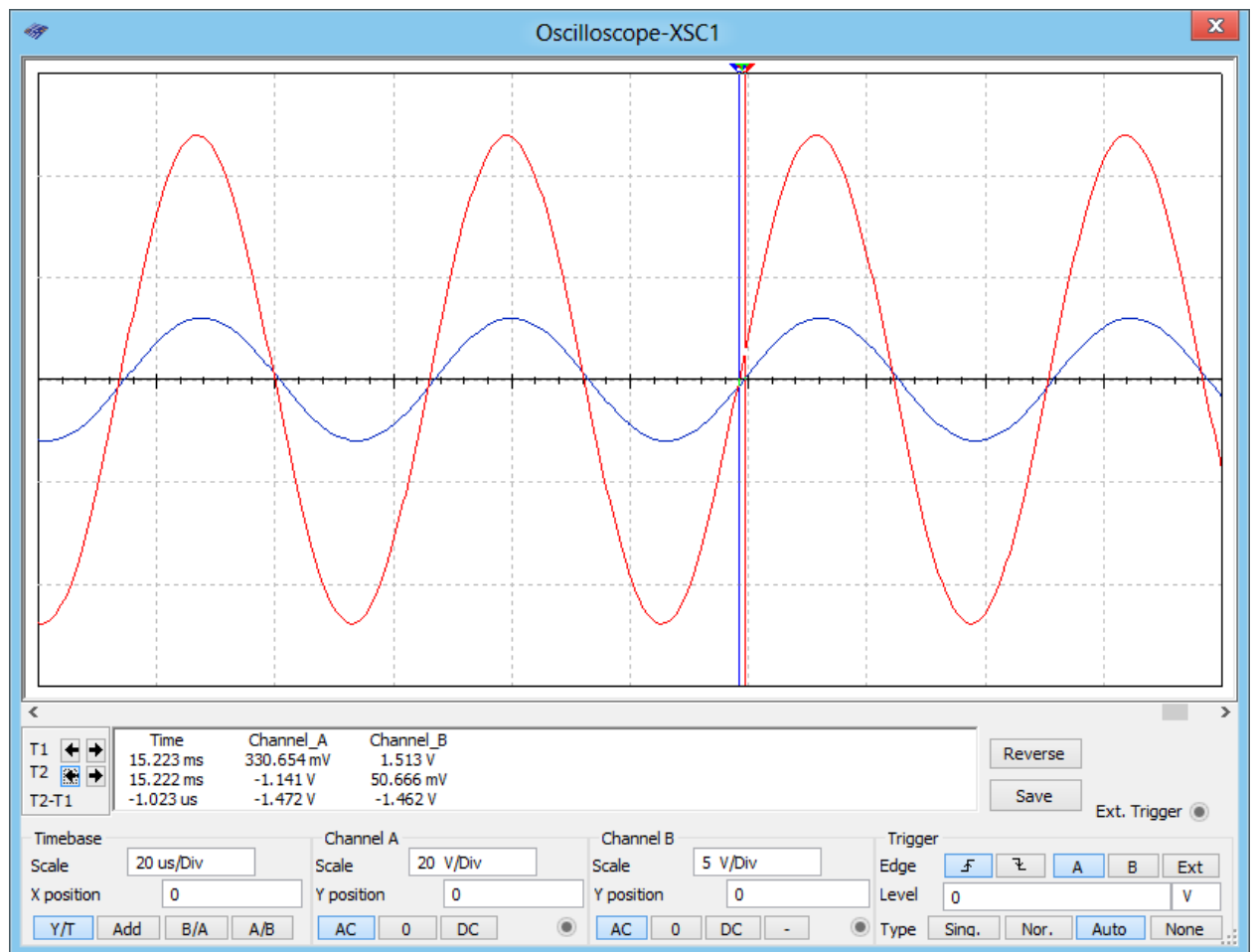
Рис. 5

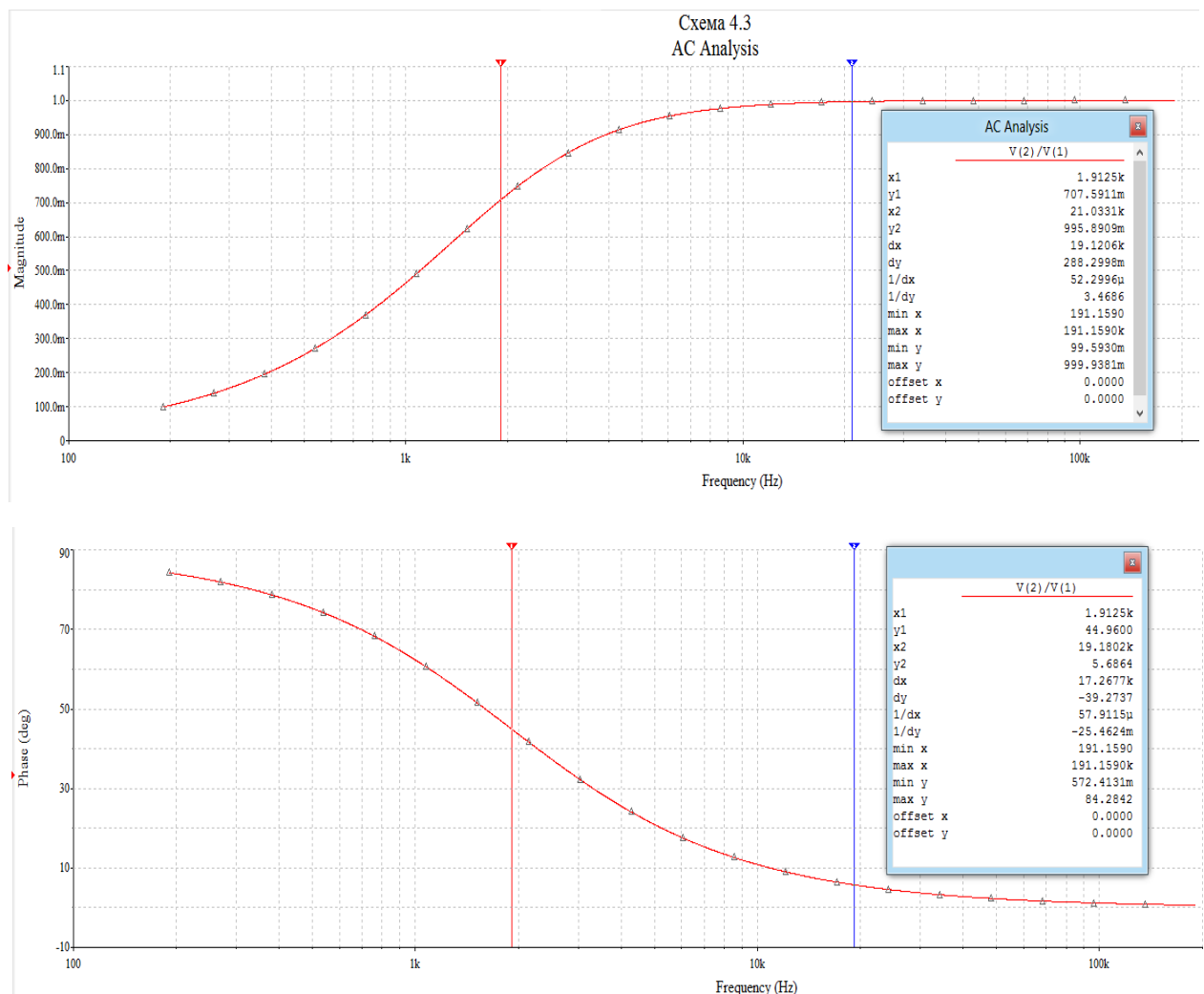
Экспериментальные частотные характеристики RL- цепи при $U_{\text{вых}}=U_L$

f, Гц	0	$f_{\text{нач}}=0,1f_{\text{сп}}$	$1f_{\text{сп}}$	$10 f_{\text{сп}}$	$100 f_{\text{сп}}$	∞	Примеч.
	0	191.159	1911.59	19115.9	191159.2	∞	
$\lg f$	-	2,28	3,28	4,28	5,28	-	
$U_{\text{вых}}, \text{В}$		0.845	6.006	8.444	8.484	8.485	
$U_{\text{вх}}, \text{В}$		8.485	8.485	8.485	8.485	8.485	
$ W_u(j\omega) $		0.099	0.708	0,9952	≈ 1	1	АЧХ
$t, \text{с}$		-1.215m	-70.332u	-1.023u	-2.558n	0	
$\varphi, \text{град}$		-83,6	-48,4	-7	-0.17	0	ФЧХ
$L(\omega), \text{дБ}$		-20.087	-2.99	-0,042	-0,001		ЛАЧХ









Результаты численного анализа: АЧХ, ФЧХ при $U_{BX}=U_L$

	$f_{нач}=0, 1f_{сп}$	$1f_{сп}$	$10f_{сп}$	$100f_{сп}$	Примечание
	191.159	1911.59	19115.9	191159.2	
$ W_u(j\omega) $	0.0996	0.707	0.995	0,99995	АЧХ
φ , град	84.28	44.96	5.707	-0,572	ФЧХ

Табл. 6

Рис. 6

Вывод: Значения $|W_u(j\omega)|$ увеличиваются и стремятся к значению в 1. Разность начальных фаз φ также стремится к 0, уменьшаясь на протяжении всего графика.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНЕЙНЫХ RL - ЦЕПЕЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

Схема виртуального эксперимента и численного анализа для определения частотных характеристик LR- цепи:

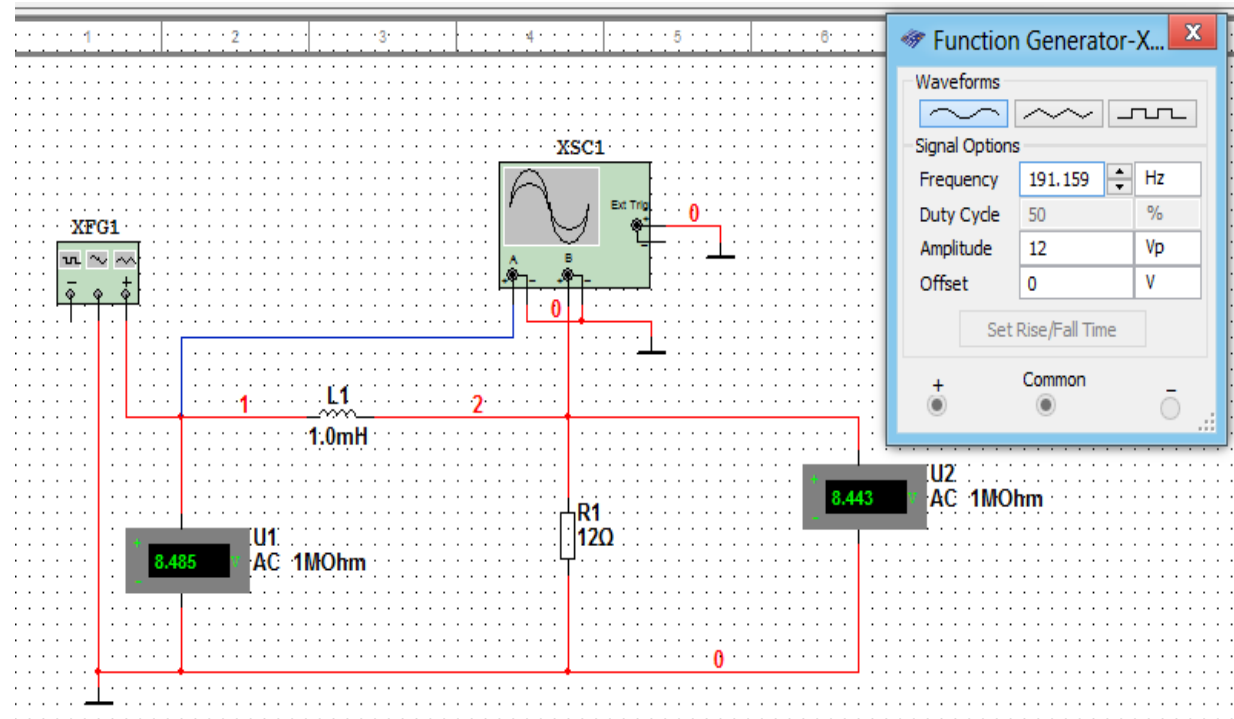
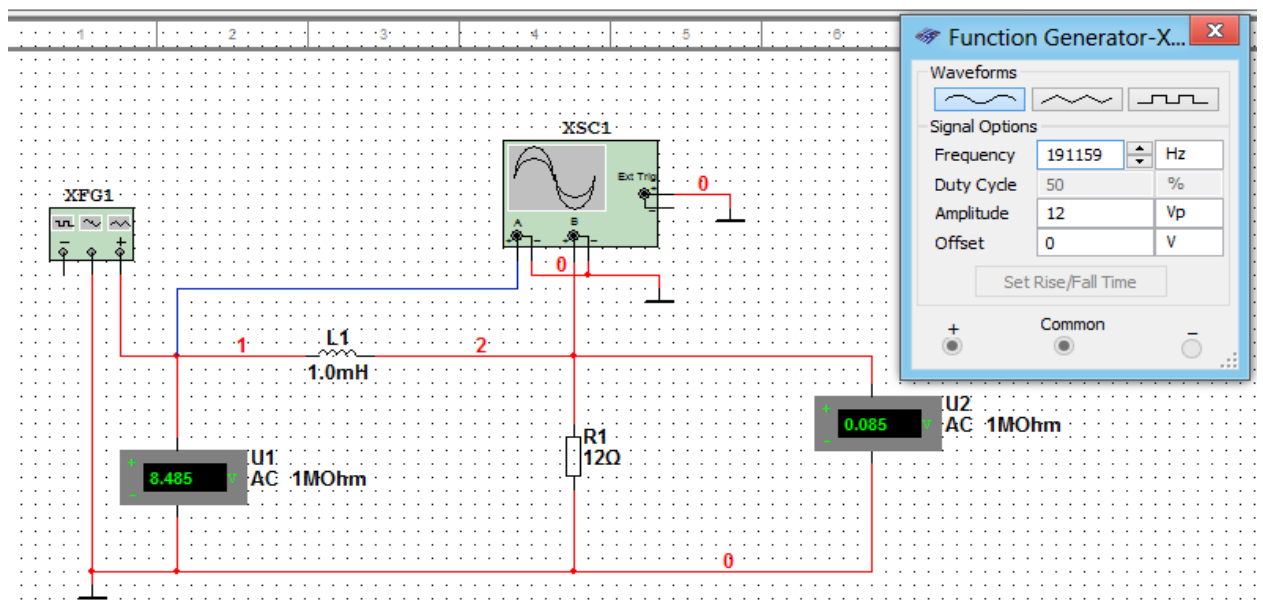
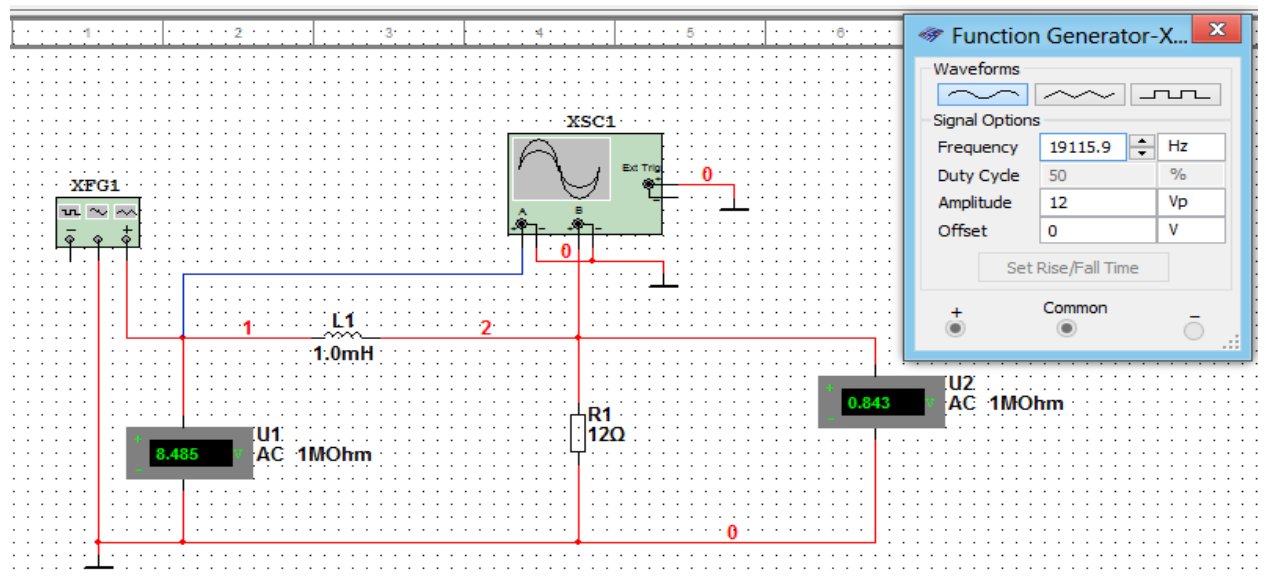
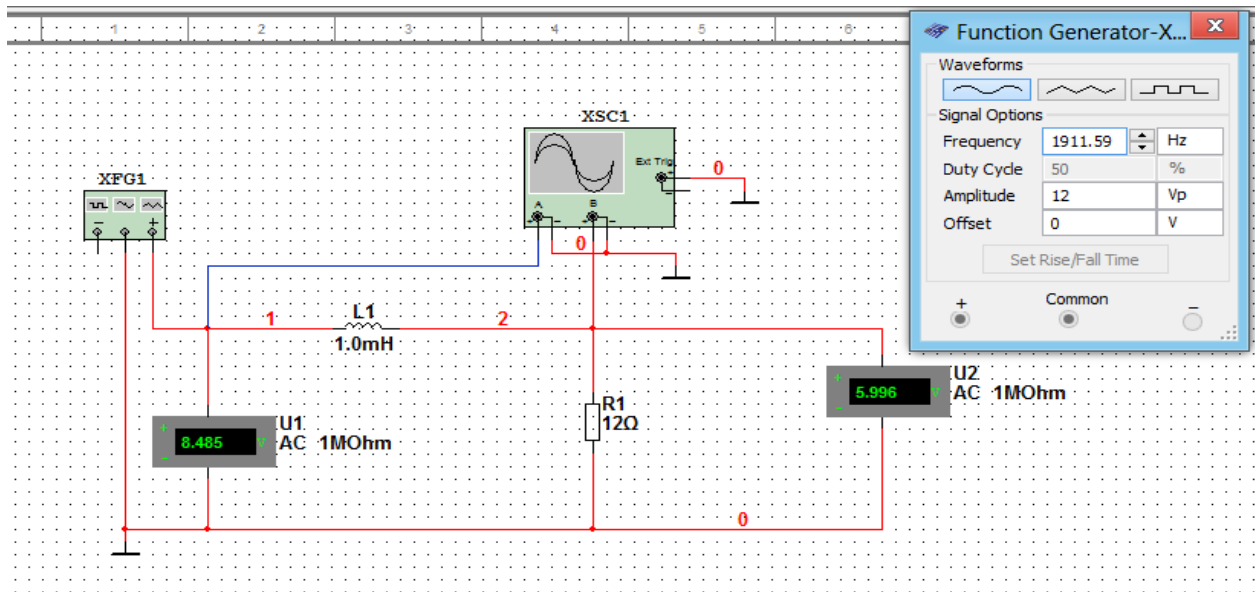
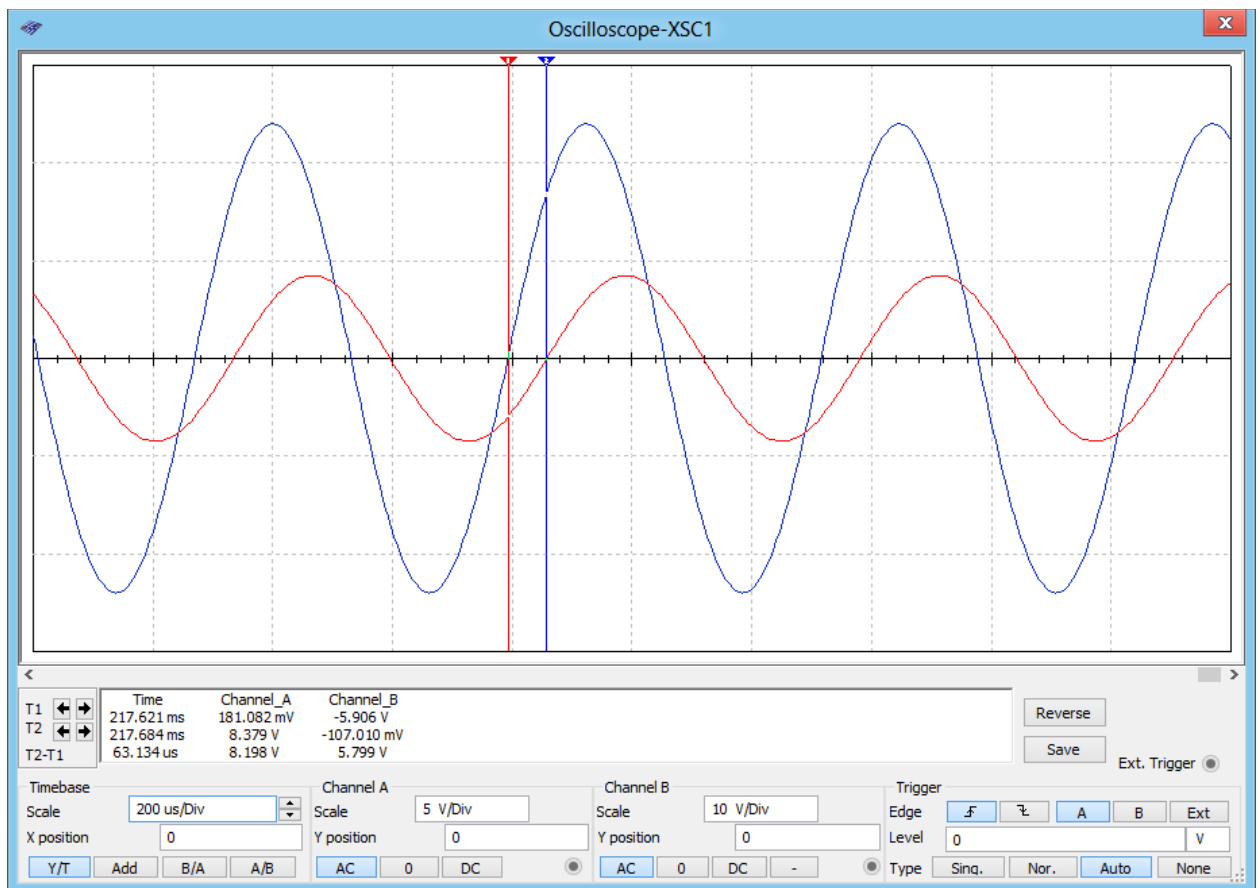
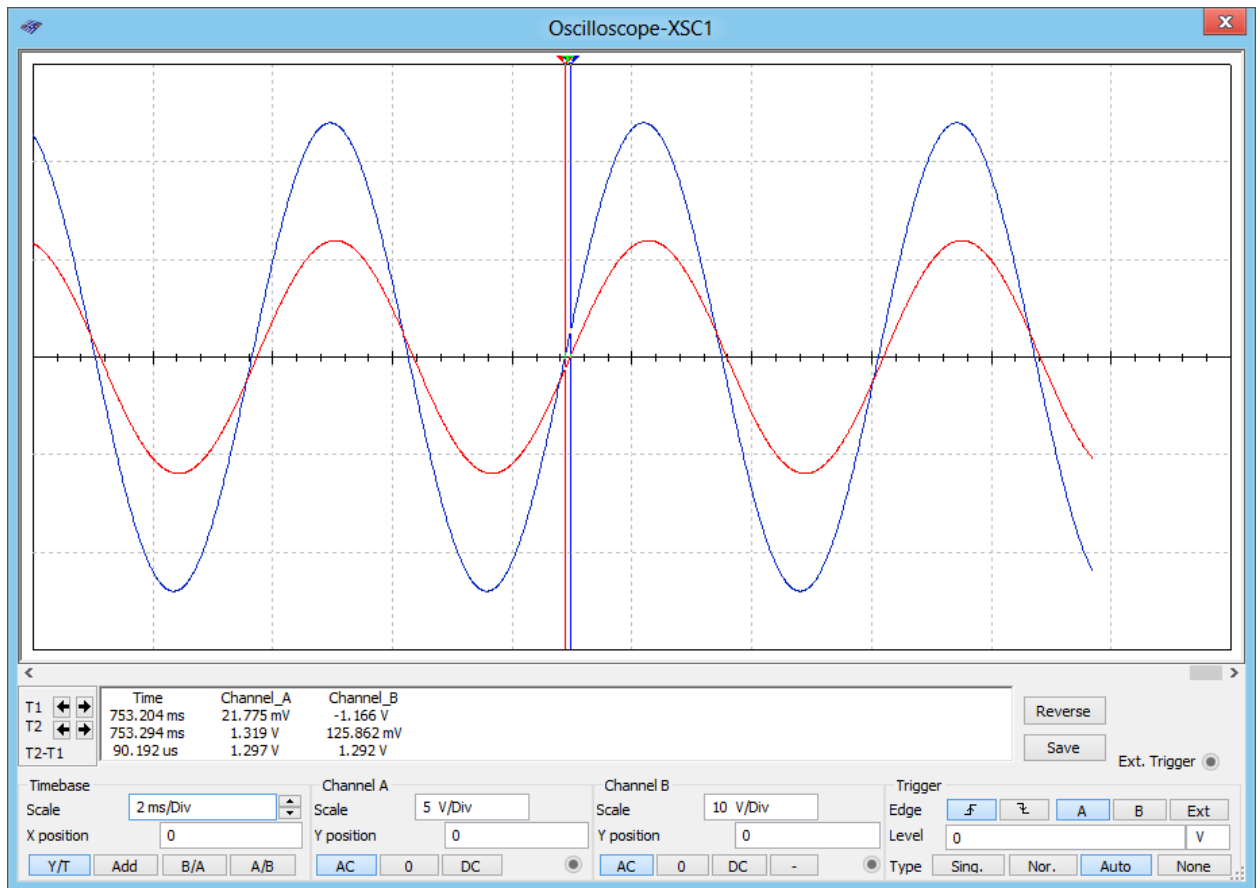


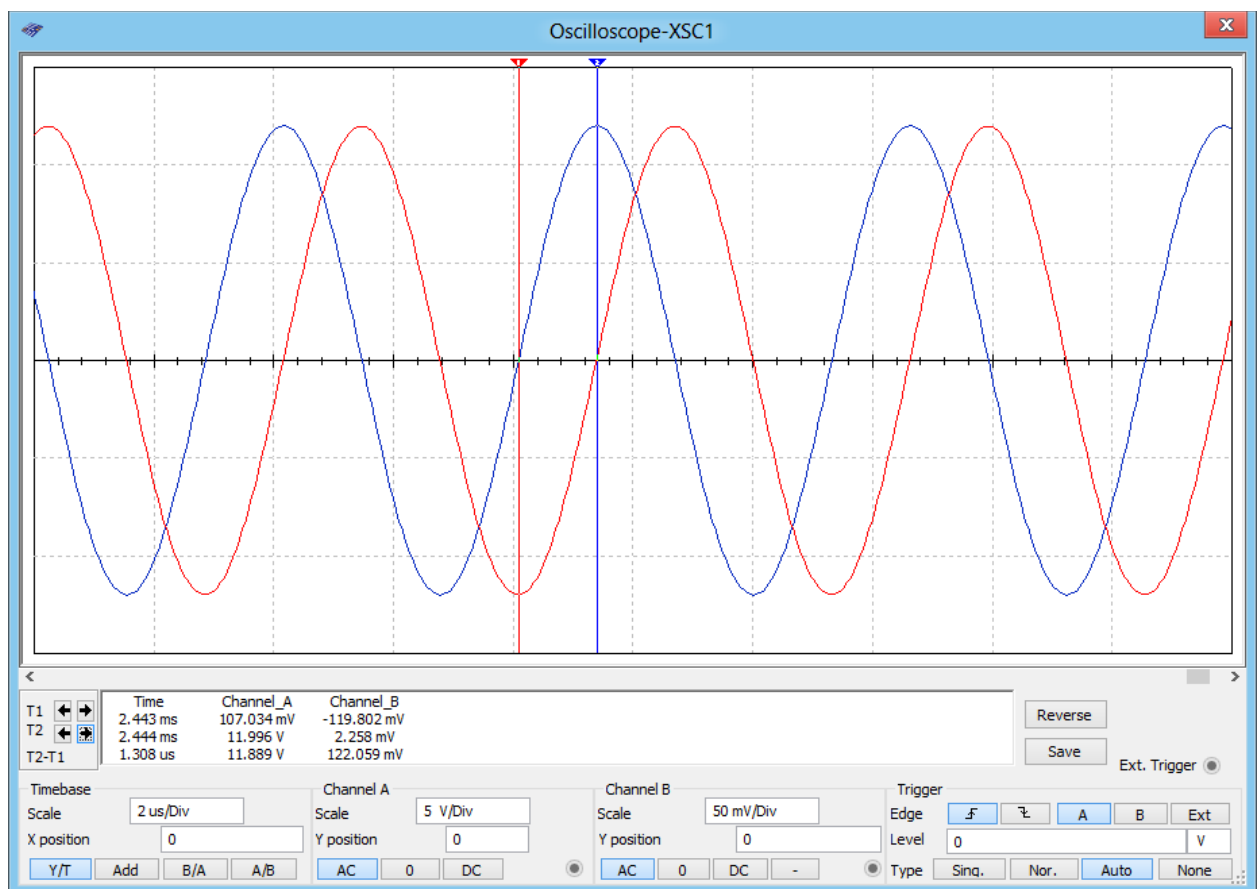
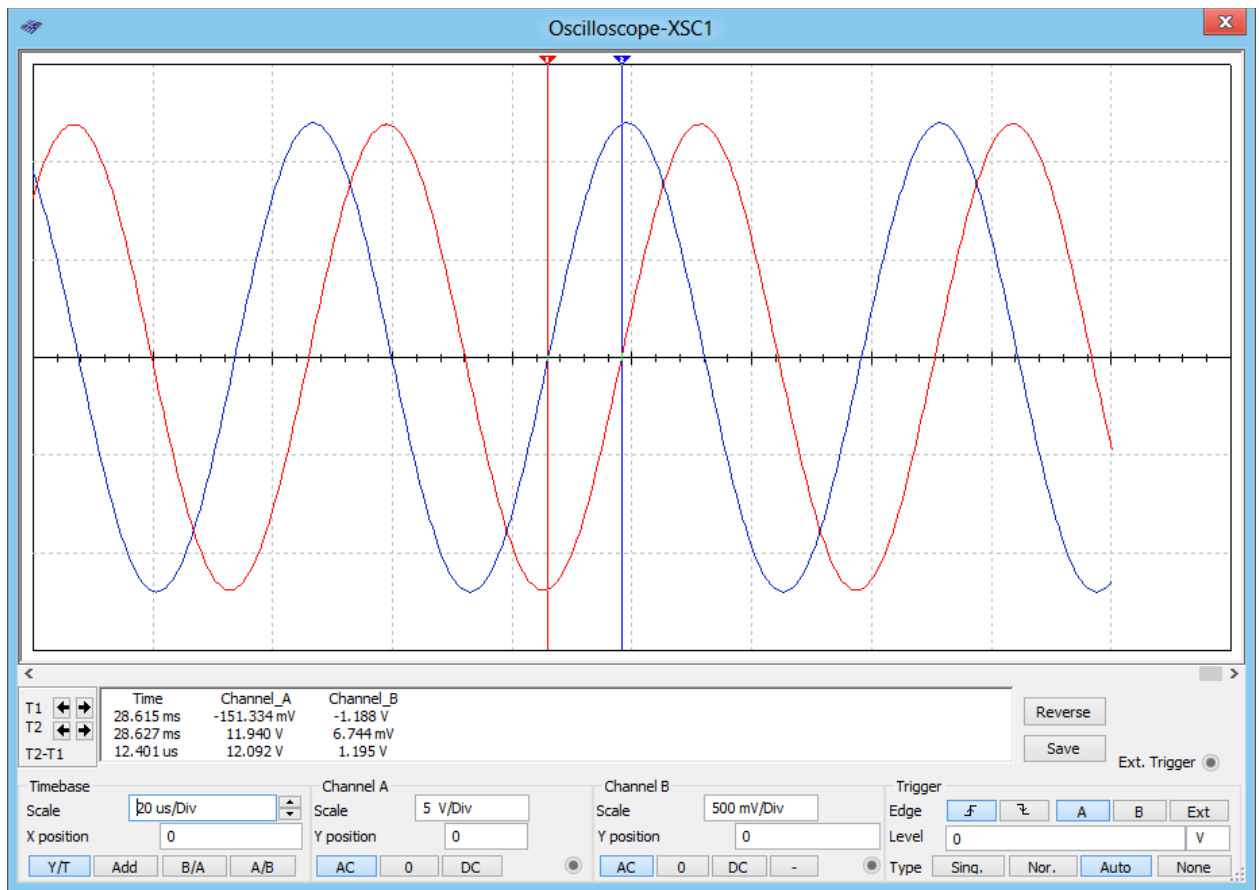
Рис. 7

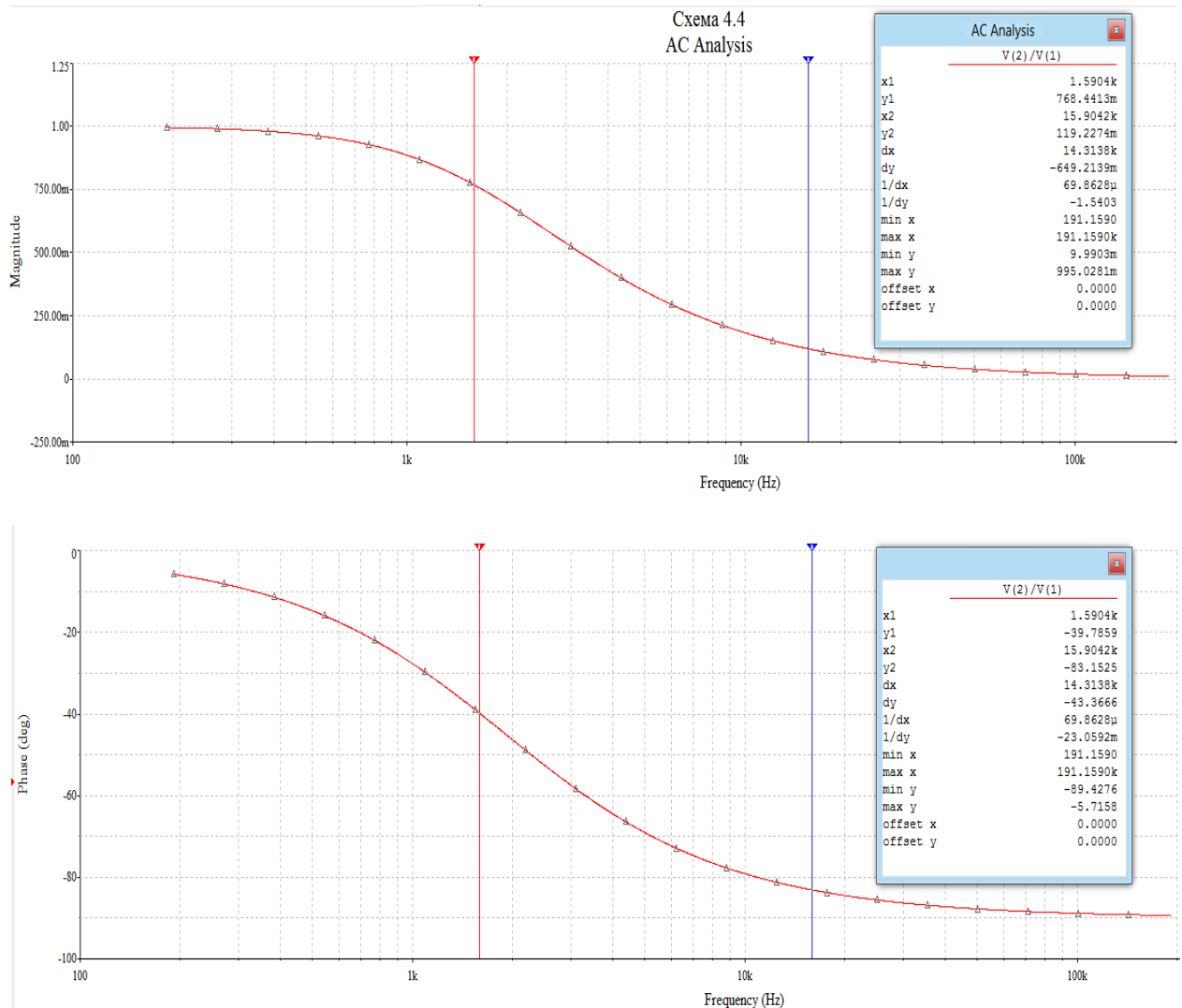
Экспериментальные частотные характеристики КR- цепи при $U_{\text{вых}}=U_R$

f, Гц	0	$f_{\text{нач}}=0,1f_{\text{сп}}$	$1f_{\text{сп}}$	$10 f_{\text{сп}}$	$100 f_{\text{сп}}$	∞	Примеч.
	0	191.159	1911.59	19115.9	191159.2	∞	
lgf	-	2,28	3,28	4,28	5,28	-	
$U_{\text{вых}}, \text{В}$		8.443	5.996	0.843	0.085	0	
$U_{\text{вх}}, \text{В}$		8.485	8.485	8.485	8.485	8.485	
$ W_u(j\omega) $		0,995	0,707	0,09935	0,01	0	АЧХ
t,c		90.192u	63.134u	12.401u	1.308u	0	
φ , град		6,206	43.44	85,34	90.01	0	ФЧХ
$L(\omega)$,дБ	-	-0.0435	-3.012	-20,06	-40	-	ЛАЧХ









Результаты численного анализа: АЧХ, ФЧХ LR-цепи при $U_{\text{вх}}=U_{\text{R}}$

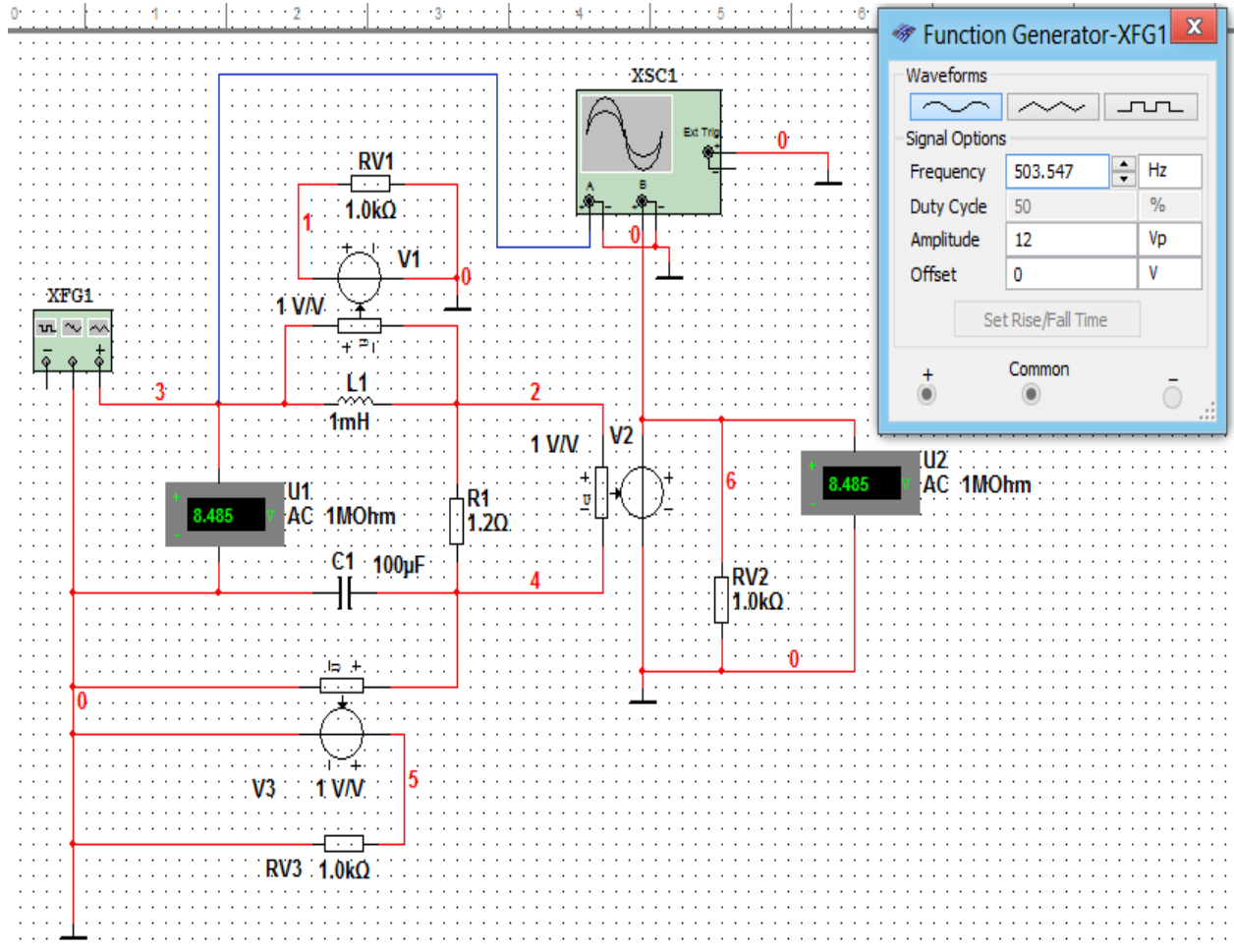
	$f_{\text{нач}}=0,1f_{\text{сп}}$	$1f_{\text{сп}}$	$10 f_{\text{сп}}$	$100 f_{\text{сп}}$	Примечание
	191.159	1911.59	19115.9	191159.2	
$ W_u(j\omega) $	0.995	0.768	0.119	0,010	АЧХ
φ , град	-5.71	-39.78	-83.15	-89.427	ФЧХ

Табл. 8

Вывод: значения $|W_u(j\omega)|$, постоянно снижаясь, стремятся к 0, а снижающиеся значения φ стремятся к -90° , по сравнению со значениями при $U_{\text{вых}} = U_L$. При этом показания численного анализа RC-цепей обратные. Если в LR-цепях при увеличении частоты наблюдается вышеуказанная ситуация, при $U_{\text{вых}} = U_R$, то в CR-цепях при $U_{\text{вых}} = U_R$, показания совпадают с теми, которые отображаются в ходе частотного анализа RL-цепей при $U_{\text{вых}} = U_L$.

Определение частотных характеристик последовательного резонансного контура.

Схема виртуального эксперимента и численного анализа для определения частотных характеристик последовательного резонансного контура:

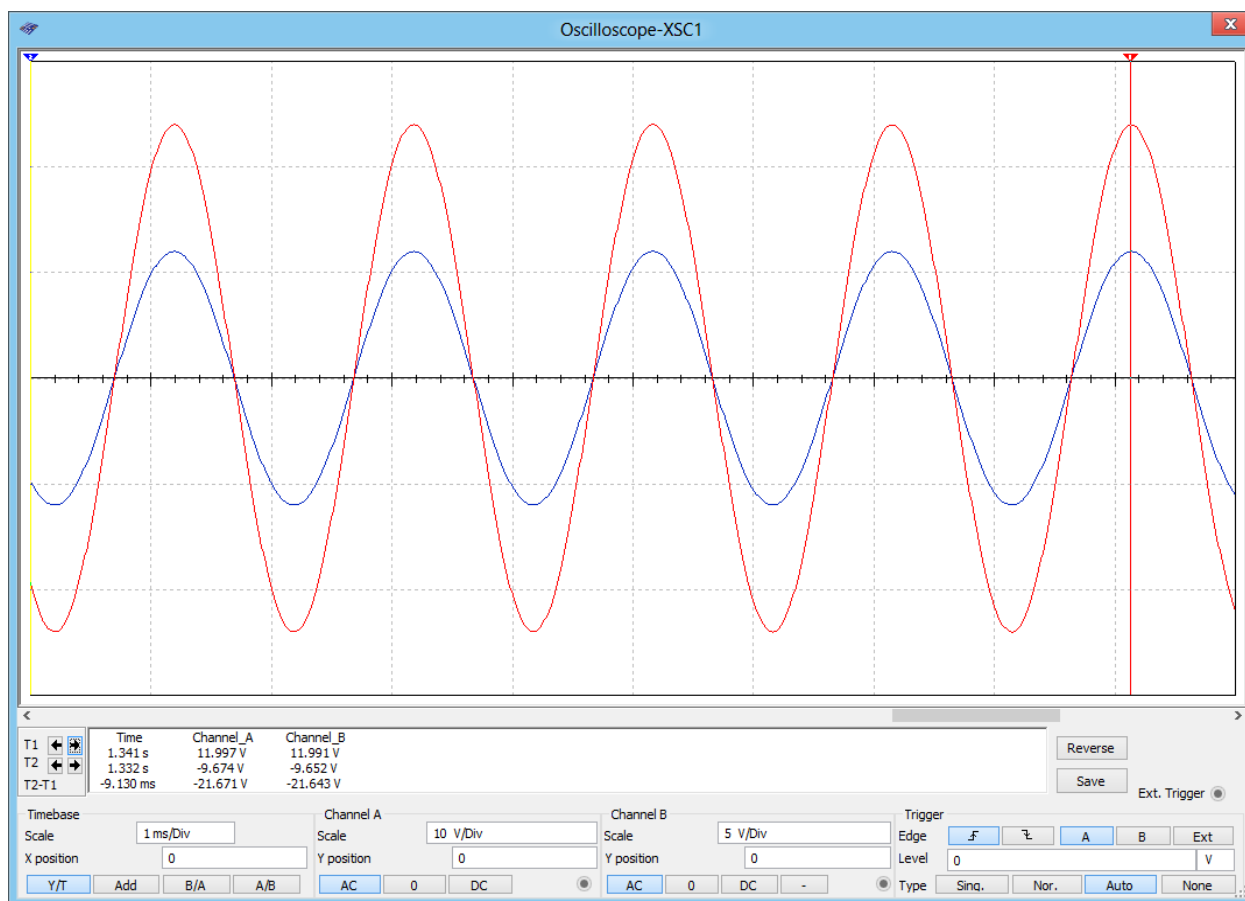


Резонансные значения переменных последовательного резонансного контура

	$U_1=U_{BX}$	$U_2=U_{R1}$	I	U_{mBX}	I_m	ψ_{BX}	ψ_i
Гц	В	В	А	В	А	град.	град
503.547	8.485	8.485	7.071	11.997	9.9925	0	0

Выводы: ввиду того, что $U_1 \approx U_2$, соответственно, $\psi_{BX} \approx \psi_i = 0$, т.к. $T_2 - T_1 \approx 0$ (начала у функций на графике совпадают).

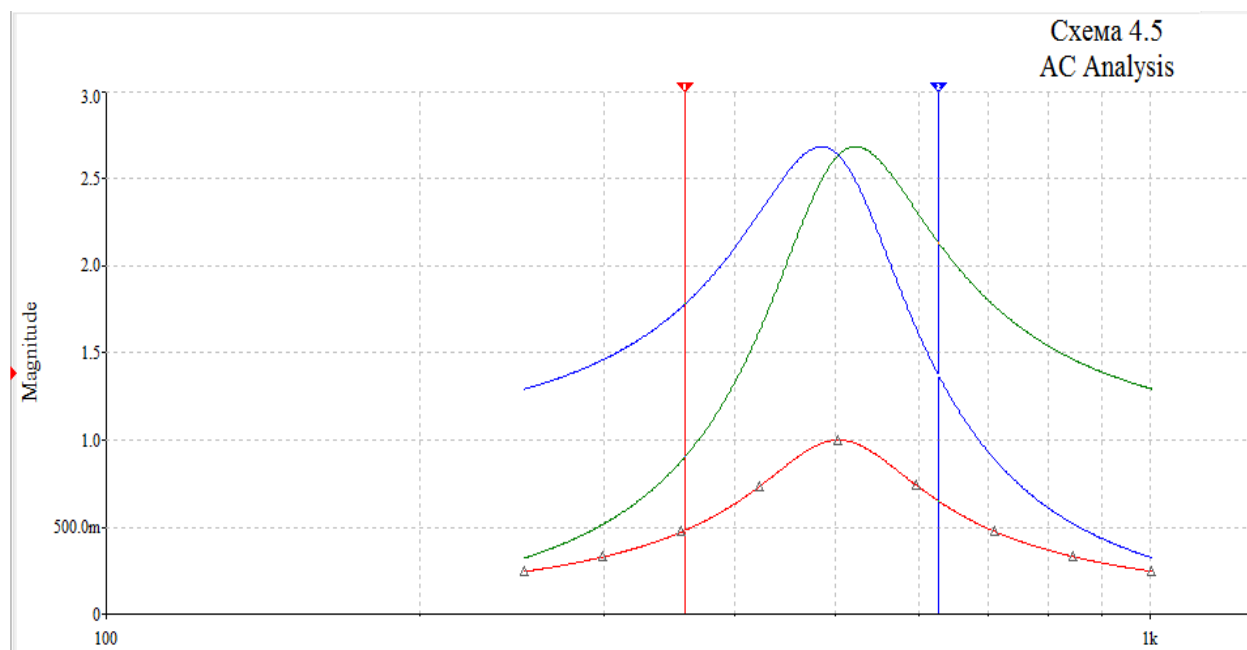
Для U_{mvx} и I_m :



Результаты численного анализа: АЧХ, ФЧХ последовательного резонансного контура

f , Гц	251.774	358.46	503.547(ре зонансная)	626.97	1007	Примечание	
$\lg f$	2.4	2,554	2,7	2,797	3.003		
U_{mL1}/U_{mvx}	0,332	0.902	2.637	2.136	1.293	АЧХ	$U_{vых}=U_{L1}$
φ_{L1}	165.81	151.254	89.7863	40.584	14.215	ФЧХ	
U_{mR1}/U_{mvx}	0.245	0,481	0,999	0.65	0.245	АЧХ	$U_{vых}=U_{R1}$
φ_{R1}	75.82	61.25	-0.21	-49.4	-75.78	ФЧХ	
U_{mC1}/U_{mvx}	1.292	1.779	2.633	1.376	0,324	АЧХ	$U_{vых}=U_{C1}$
φ_{C1}	-14.18	-28.75	-90.21	-139.4	- 165.785	ФЧХ	

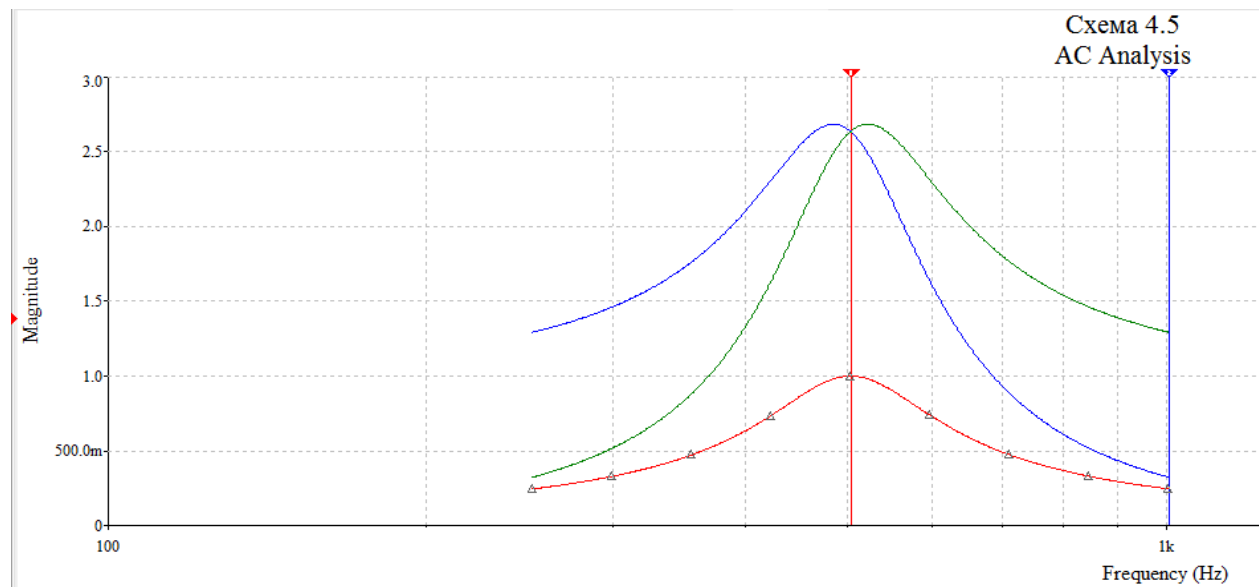
Точки :



Значения в точках :

AC Analysis			
	V (6) / V (3)	V (1) / V (3)	V (5) / V (3)
x1	358.4619	358.4619	358.4619
y1	480.9323m	902.6657m	1.7794
x2	626.9697	626.9697	626.9697
y2	650.5570m	2.1356	1.3762
dx	268.5078	268.5078	268.5078
dy	169.6247m	1.2330	-403.2298m
1/dx	3.7243m	3.7243m	3.7243m
1/dy	5.8954	811.0425m	-2.4800
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	245.1136m	323.5747m	322.8460m
max y	999.9973m	2.6840	2.6840
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

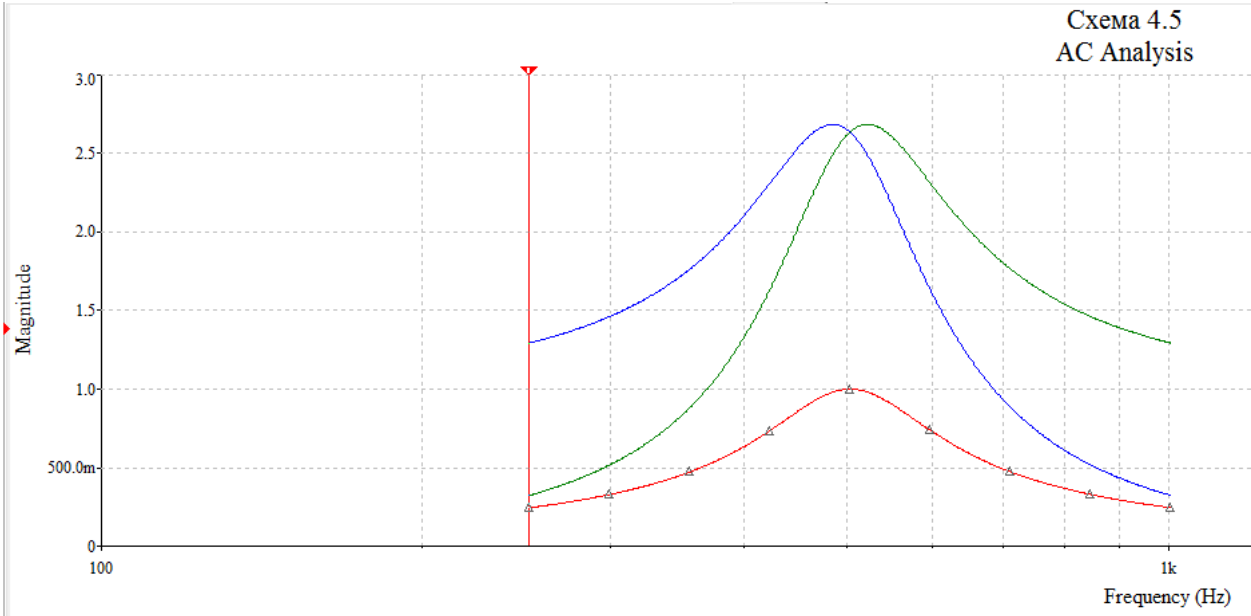
Точки (+ резонансная) :



Значения в точках :

AC Analysis			
	V (6) /V (3)	V (1) /V (3)	V (5) /V (3)
x1	503.6486	503.6486	503.6486
y1	999.9855m	2.6371	2.6333
x2	1.0058k	1.0058k	1.0058k
y2	245.5639m	1.2932	323.8185m
dx	502.1317	502.1317	502.1317
dy	-754.4216m	-1.3439	-2.3095
1/dx	1.9915m	1.9915m	1.9915m
1/dy	-1.3255	-744.1247m	-432.9922m
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	245.1136m	323.5747m	322.8460m
max y	999.9973m	2.6840	2.6840
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

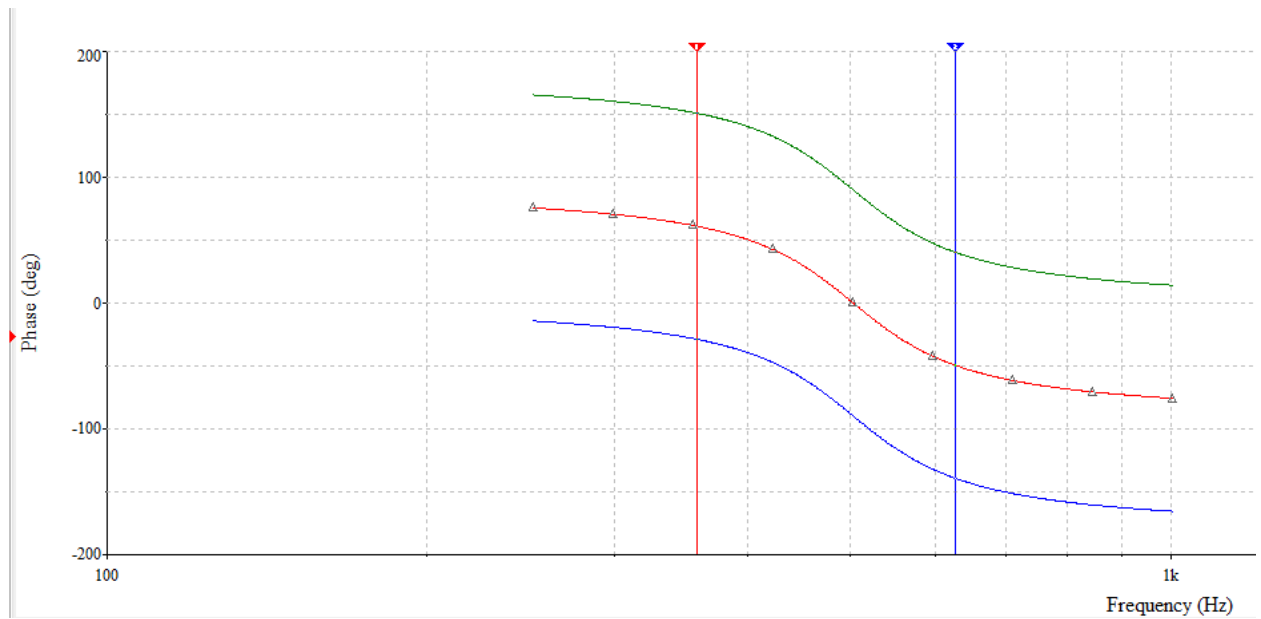
Начальная точка :



Значения в начальной точке:

AC Analysis			
	V (6) /V (3)	V (1) /V (3)	V (5) /V (3)
x1	251.4784	251.4784	251.4784
y1	244.9987m	322.5970m	1.2921

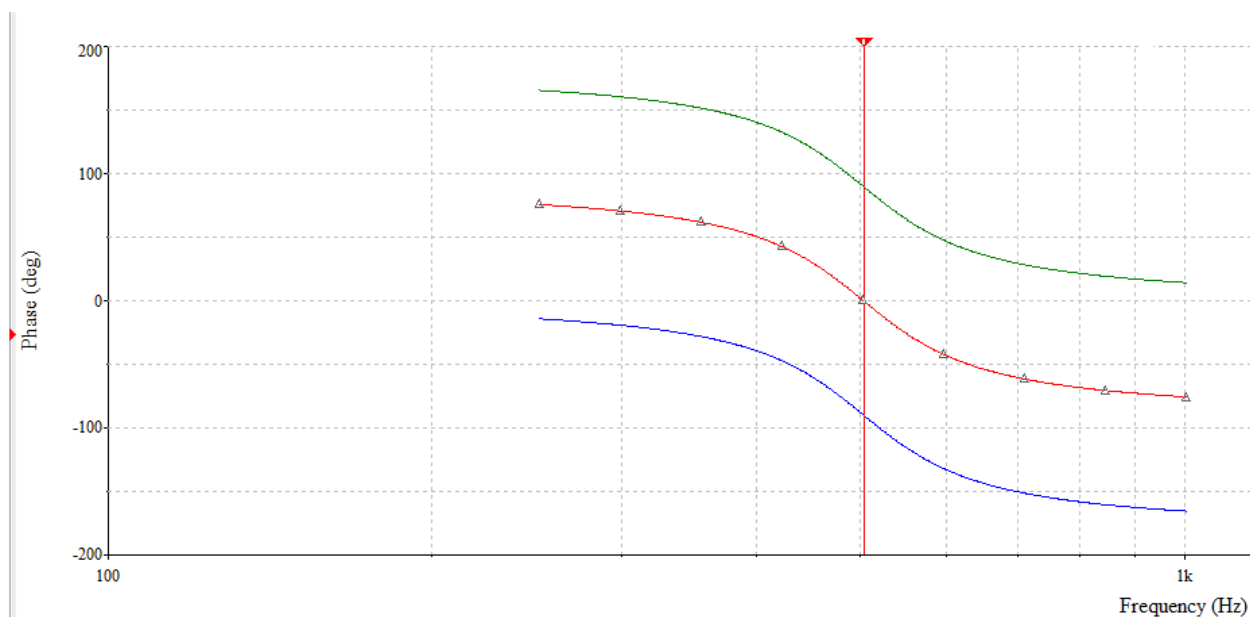
Точки:



Значения в точках:

	V (6) / V (3)	V (1) / V (3)	V (5) / V (3)
x1	358.4619	358.4619	358.4619
y1	61.2537	151.2537	-28.7463
x2	626.9697	626.9697	626.9697
y2	-49.4163	40.5837	-139.4163
dx	268.5078	268.5078	268.5078
dy	-110.6699	-110.6699	-110.6699
1/dx	3.7243m	3.7243m	3.7243m
1/dy	-9.0359m	-9.0359m	-9.0359m
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	-75.8115	14.1885	-165.8115
max y	75.7915	165.7915	-14.2085
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

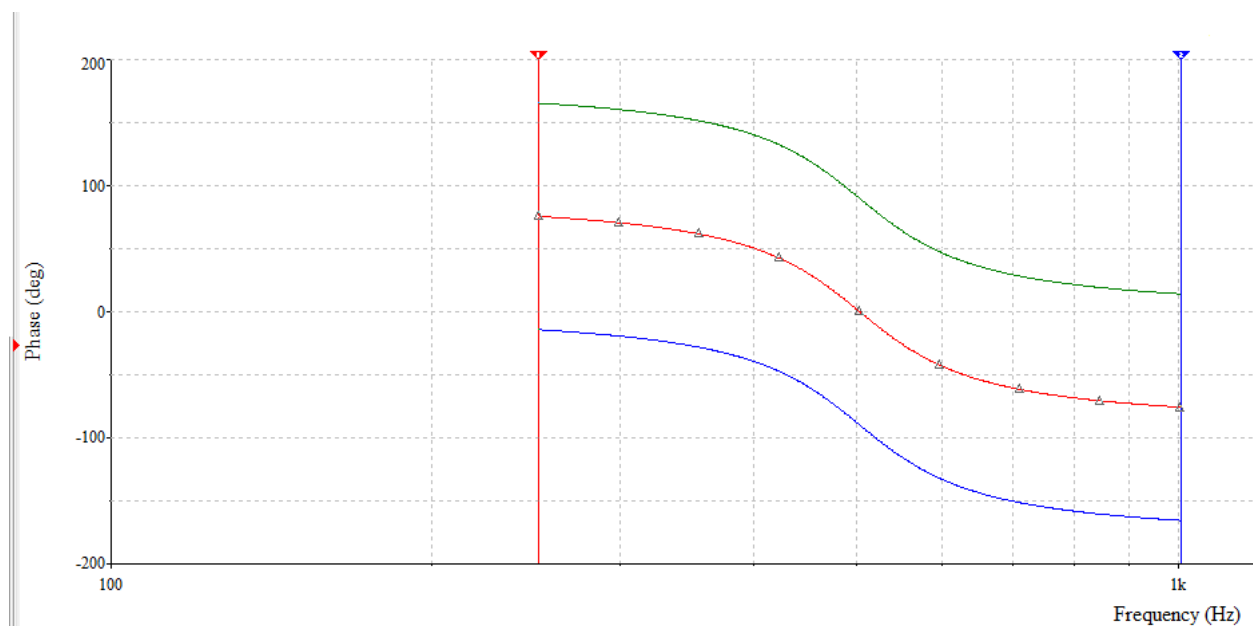
Резонансная точка :



Значения в точке:

	V (6) /V (3)	V (1) /V (3)	V (5) /V (3)
x1	503.6486	503.6486	503.6486
y1	-213.7421m	89.7863	-90.2137

Крайние точки :



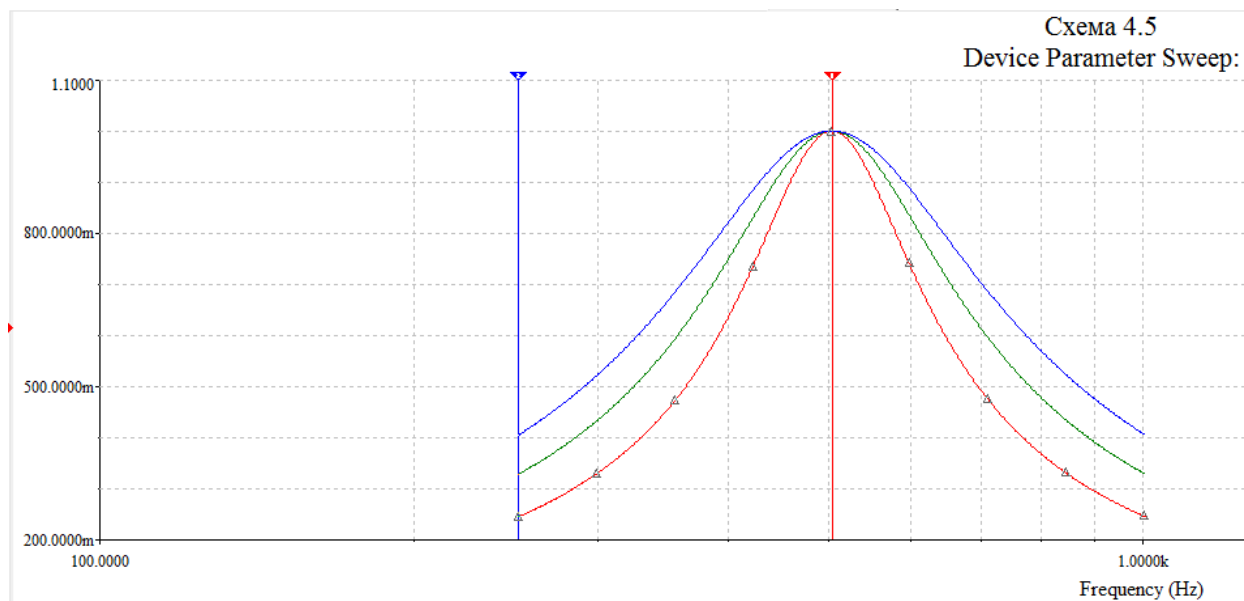
Значения в крайних точках :

	V (6) /V (3)	V (1) /V (3)	V (5) /V (3)
x1	251.4784	251.4784	251.4784
y1	75.8182	165.8182	-14.1818
x2	1.0058k	1.0058k	1.0058k
y2	-75.7848	14.2152	-165.7848
dx	754.3019	754.3019	754.3019
dy	-151.6031	-151.6031	-151.6031
1/dx	1.3257m	1.3257m	1.3257m
1/dy	-6.5962m	-6.5962m	-6.5962m
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	-75.8115	14.1885	-165.8115
max y	75.7915	165.7915	-14.2085
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Вывод: АЧХ, относящиеся к $U_{mL}/U_{mвх}$ и $U_{mC1}/U_{mвх}$, растут, начиная с $f_{нач.}$, достигают пика и понижаются, при этом пересекаются в одной и той же точке пика, т.к. соединены к одному разъёму А, в то время как $U_{mR1}/U_{mвх}$ проходит такой же процесс обособленно от двух остальных функций, т.к. присоединён к разъёму В. Значения φ каждой функции отличается от соседней на 90° .

**АЧХ и ФЧХ последовательного резонансного контура для различных значений
активного сопротивления при $U_{ВЫХ} = U_{R1}$**

Точки (+ резонансная)

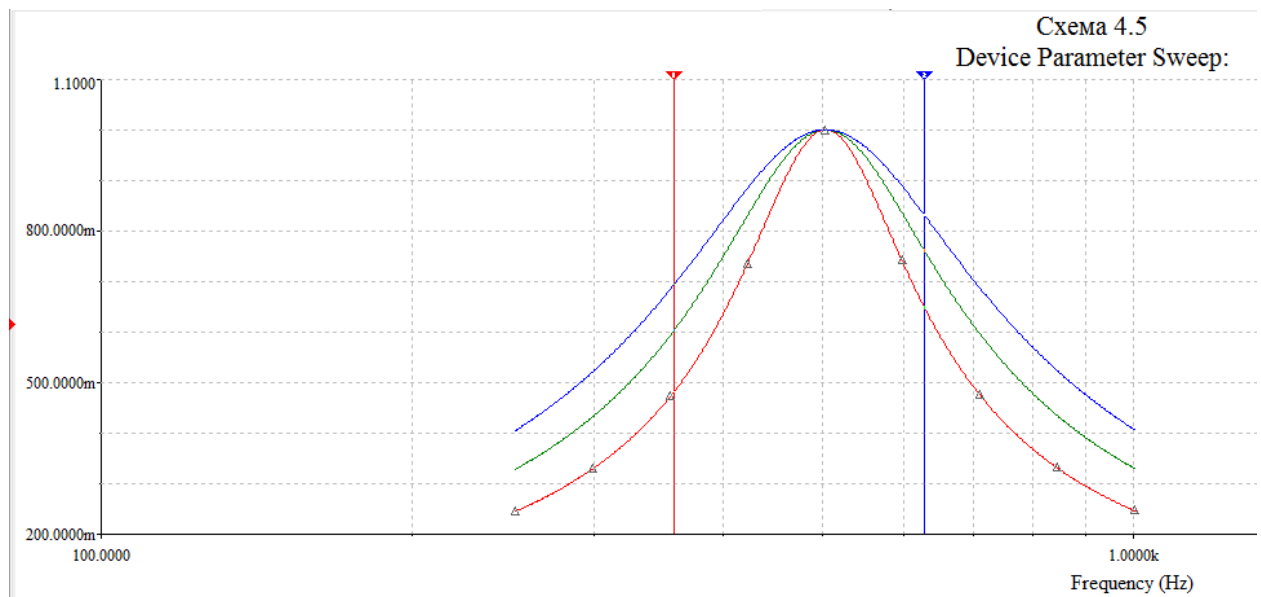


Значения в точках :

	Device Parameter Sweep:		
	V(6)/V(3), rr1 resistance=1.2	V(6)/V(3), rr1 resistance=1.65	V(6)/V(3), rr1 resistance=2.1
x1	504.0806	504.0806	504.0806
y1	999.9476m	999.9723m	999.9829m
x2	251.9127	251.9127	251.9127
y2	245.6633m	329.0593m	405.4187m
dx	-252.1680	-252.1680	-252.1680
dy	-754.2843m	-670.9129m	-594.5642m
1/dx	-3.9656m	-3.9656m	-3.9656m
1/dy	-1.3258	-1.4905	-1.6819
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	245.1136m	328.3605m	404.6117m
max y	999.9973m	999.9986m	999.9991m
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

f , Гц	251.774	358.46	503.547(ре зонансная)	626.97	1007	\square	Примечание	
$\lg f$	2.4	2,554	2,7	2,797	3.003		RI , Ом	
U_{mR1}/U_{mvx} ($R1=1.2$ Ом)	0.246	0.482	0,99995	0.649	0.246	2.631	1.2	АЧХ
φ , град.	75.779	61.16	-0.47	-49.49	-75.785			ФЧХ
U_{mR1}/U_{mvx} ($R1=1.65$ Ом)	0.329	0.604	0,99997	0.761	0.329	1.9135	1.65	АЧХ
φ , град.	70.788	52.87	-0.34	-40.4	-70.796			ФЧХ
U_{mR1}/U_{mvx} ($R1=2.1$ Ом)	0.405	0.694	0,99998	0.405	0.831	1.5035	2.1	АЧХ
φ , град.	66.083	46.06	-0.27	-33.78	-66.0915			ФЧХ

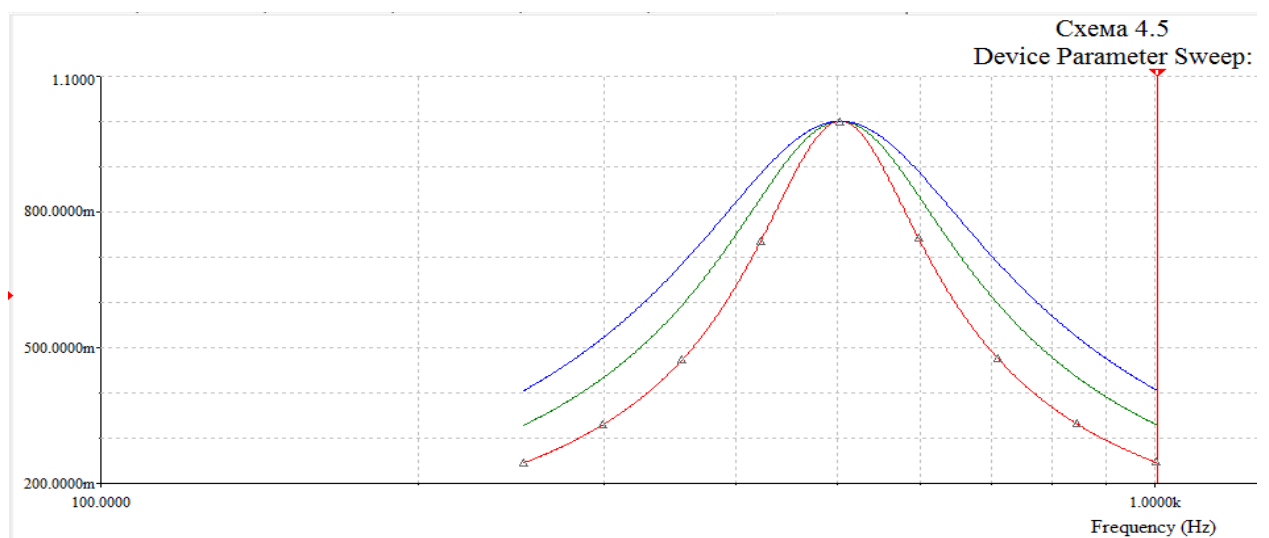
Точки :



Значения в точках :

Device Parameter Sweep:			
	V(6)/V(3), rrl resistance=1.2	V(6)/V(3), rrl resistance=1.65	V(6)/V(3), rrl resistance=2.1
x1	358.9219	358.9219	358.9219
y1	482.3841m	603.6681m	693.9211m
x2	627.3357	627.3357	627.3357
y2	649.5467m	761.4472m	831.1968m
dx	268.4138	268.4138	268.4138
dy	167.1625m	157.7791m	137.2757m
1/dx	3.7256m	3.7256m	3.7256m
1/dy	5.9822	6.3380	7.2846
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	245.1136m	328.3605m	404.6117m
max y	999.9973m	999.9986m	999.9991m
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

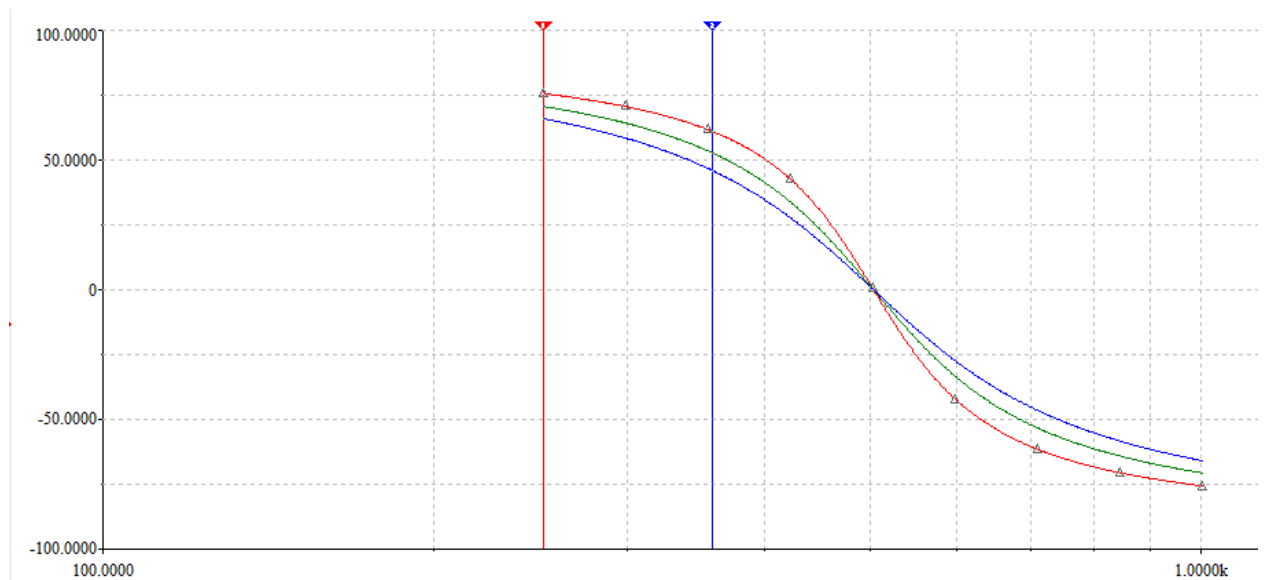
Крайняя(справа) точка :



Значения в точке :

	V(6)/V(3), rr1 resistance=1.2	V(6)/V(3), rr1 resistance=1.65	V(6)/V(3), rr1 resistance=2.1
x1	1.0058k	1.0058k	1.0058k
y1	245.5666m	328.9364m	405.2767m
x2			
y2			
dx			
dy			
1/dx			
1/dy			
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	245.1136m	328.3605m	404.6117m
max y	999.9973m	999.9986m	999.9991m
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

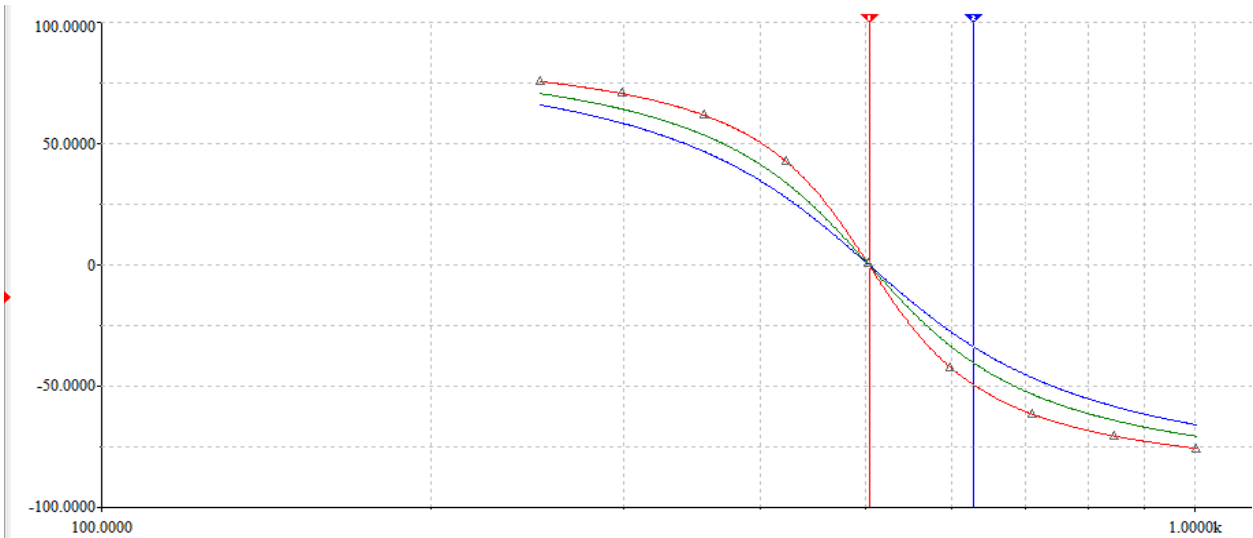
Точки(для Phase) :



Значения в точках :

	V(6)/V(3), rr1 resistance=1.2	V(6)/V(3), rr1 resistance=1.65	V(6)/V(3), rr1 resistance=2.1
x1	251.9127	251.9127	251.9127
y1	75.7790	70.7883	66.0826
x2	358.9219	358.9219	358.9219
y2	61.1588	52.8669	46.0587
dx	107.0093	107.0093	107.0093
dy	-14.6202	-17.9214	-20.0239
1/dx	9.3450m	9.3450m	9.3450m
1/dy	-68.3985m	-55.7993m	-49.9402m
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	-75.8115	-70.8307	-66.1332
max y	75.7915	70.8047	66.1021
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

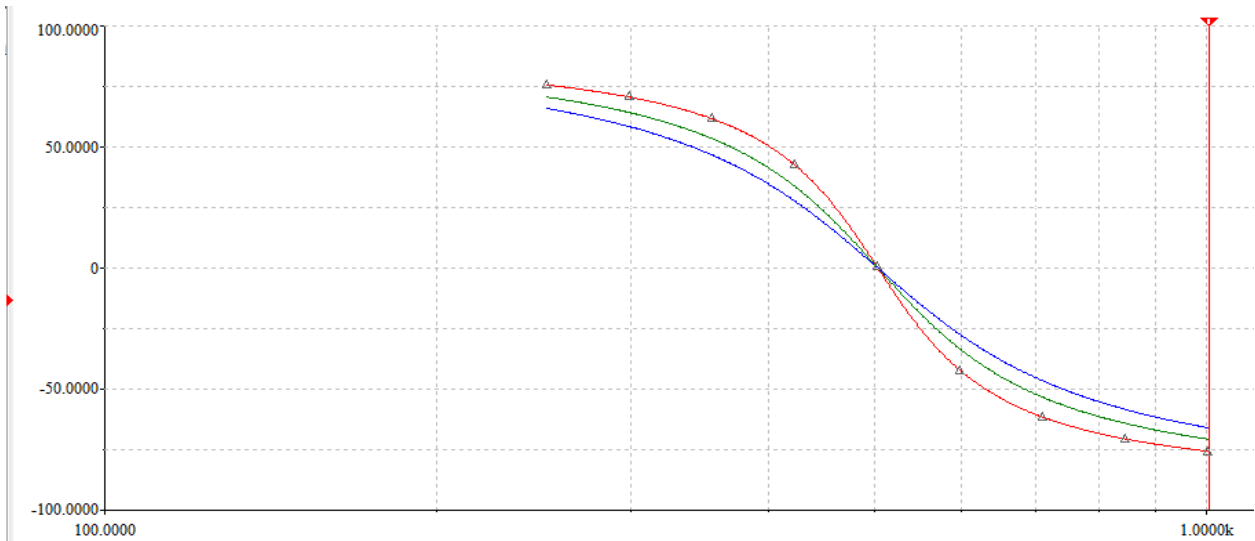
Точки (+ резонансная) :



Значения в точках :

	V(6)/V(3), rrl resistance=1.2	V(6)/V(3), rrl resistance=1.65	V(6)/V(3), rrl resistance=2.1
x1	504.0806	504.0806	504.0806
y1	-472.5008m	-343.6466m	-270.0113m
x2	627.3357	627.3357	627.3357
y2	-49.4924	-40.4078	-33.7779
dx	123.2551	123.2551	123.2551
dy	-49.0199	-40.0642	-33.5079
1/dx	8.1133m	8.1133m	8.1133m
1/dy	-20.3999m	-24.9600m	-29.8438m
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	-75.8115	-70.8307	-66.1332
max y	75.7915	70.8047	66.1021
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

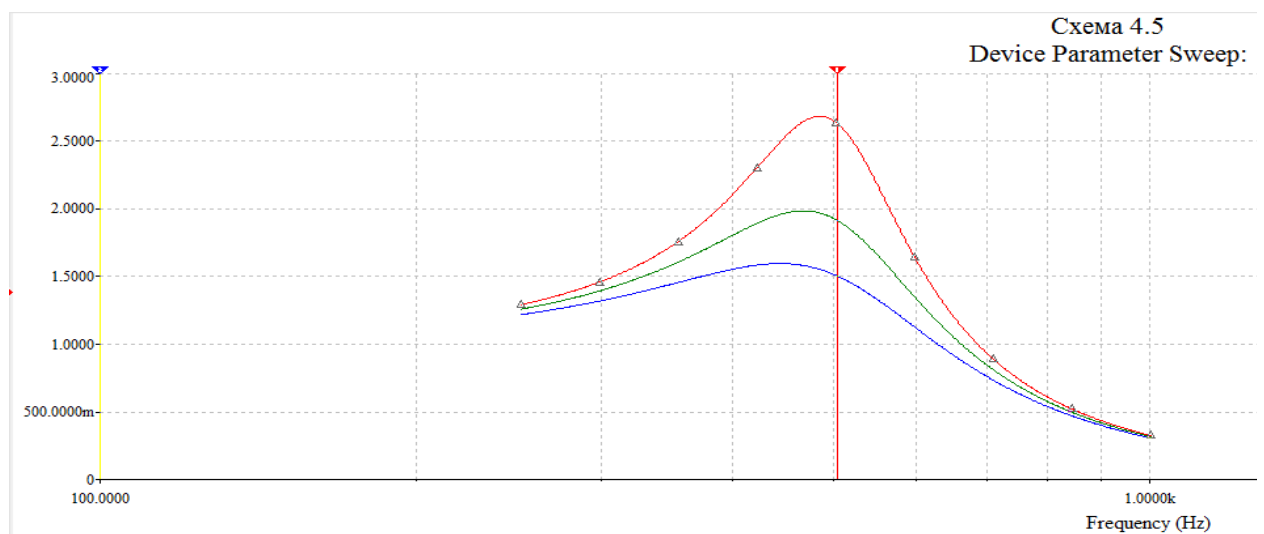
Крайняя точка (для Phase) :



Значения в крайней точке(для Phase) :

	V(6)/V(3), rrl resistance=1.2	V(6)/V(3), rrl resistance=1.65	V(6)/V(3), rrl resistance=2.1
x1	1.0058k	1.0058k	1.0058k
y1	-75.7847	-70.7958	-66.0915
x2			
y2			
dx			
dy			
1/dx			
1/dy			
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	-75.8115	-70.8307	-66.1332
max y	75.7915	70.8047	66.1021
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Для добротности:



Значения добротности:

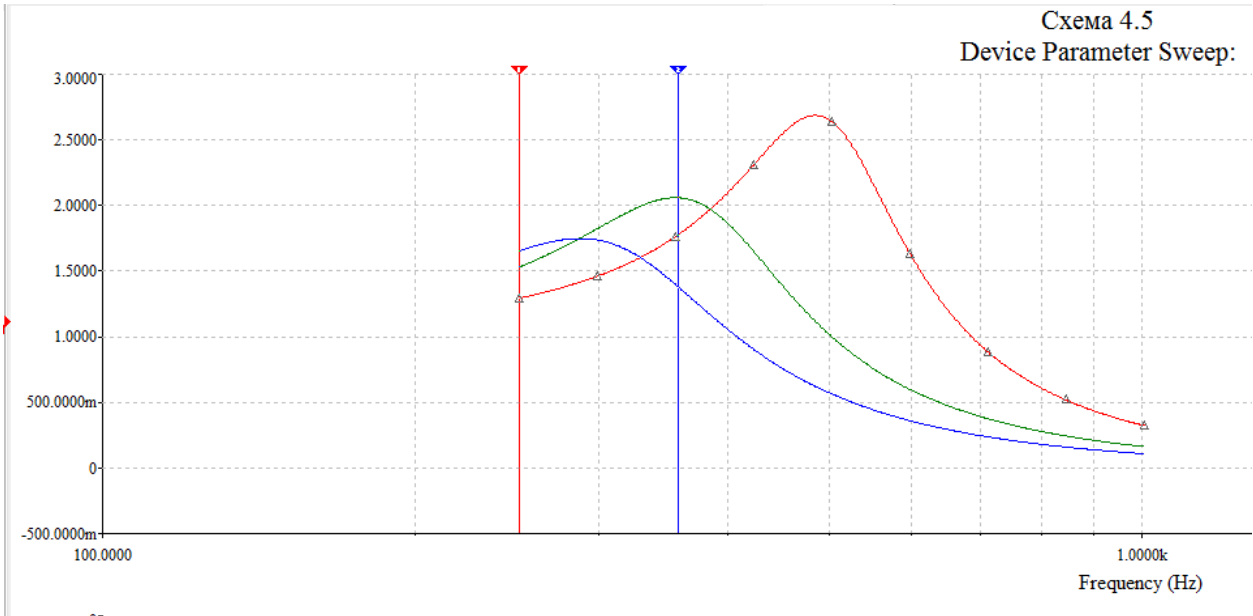
	V(5), rrl resistance=1.2	V(5), rrl resistance=1.65	V(5), rrl resistance=2.1
x1	504.0806	504.0806	504.0806
y1	2.6310	1.9135	1.5035
x2			
y2			
dx			
dy			
1/dx			
1/dy			
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	322.8460m	314.5402m	304.5288m
max y	2.6840	1.9853	1.5964
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Вывод: во время численного анализа функции проходят стадию роста, достигают пикового значения и убывают. При этом, несмотря на то, что каждая функция проходит по-разному, все они пересекаются в пиковом значении. Это касается значений U_{mR1}/U_{mBx} . Ситуация повторяется с ϕ , когда все три функции пересекаются в одной точке, которая на нижнем графике является серединой значений, несмотря на разные пути прохождения каждой функции.

АЧХ и ФЧХ последовательного резонансного контура для различных значений емкости при $U_{BX} = U_{C1}$

f , Гц	251.774	358.46	503.547(ре зонансная)	626.97	1007	□	Примечание
$\lg f$	2.4	2,554	2,7	2,797	3.003		CI , Ф
U_{mR1}/U_{mBX} ($R1=1.2 \text{ Ом}$)	1.29	1.78	2.63	1.37	0.324	2.684	0,000100
φ , град.	-14.2	-28.72	-89.86	-139.57	-165.79	2.06	0,000175
U_{mR1}/U_{mBX} ($R1=1.65 \text{ Ом}$)	1.53	2.06	0.994	0.52	0.163		
φ , град.	-30.95	-138.4	-75.6	-154.3	-167.5	1.75	0,000250
U_{mR1}/U_{mBX} ($R1=2.1 \text{ Ом}$)	1,65	1.38	0.561	0.32	0.109		
φ , град.	-51.6	-147.7	-111.6	-157.7	-168.1		

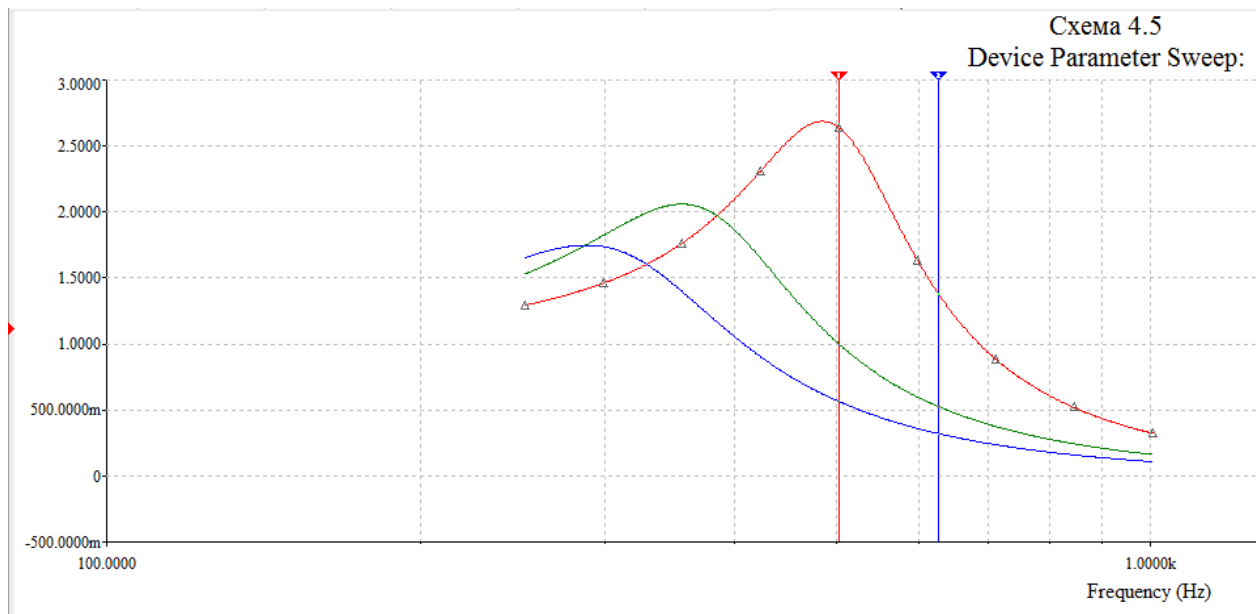
Точки :



Значения в точках :

	Device Parameter Sweep:		
	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.0001	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.000175	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.00025
x1	251.7691	251.7691	251.7691
y1	1.2930	1.5316	1.6543
x2	358.0014	358.0014	358.0014
y2	1.7763	2.0573	1.3794
dx	106.2322	106.2322	106.2322
dy	483.3658m	525.7268m	-274.9526m
1/dx	9.4133m	9.4133m	9.4133m
1/dy	2.0688	1.9021	-3.6370
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	322.8460m	162.5908m	108.6340m
max y	2.6840	2.0579	1.7471
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

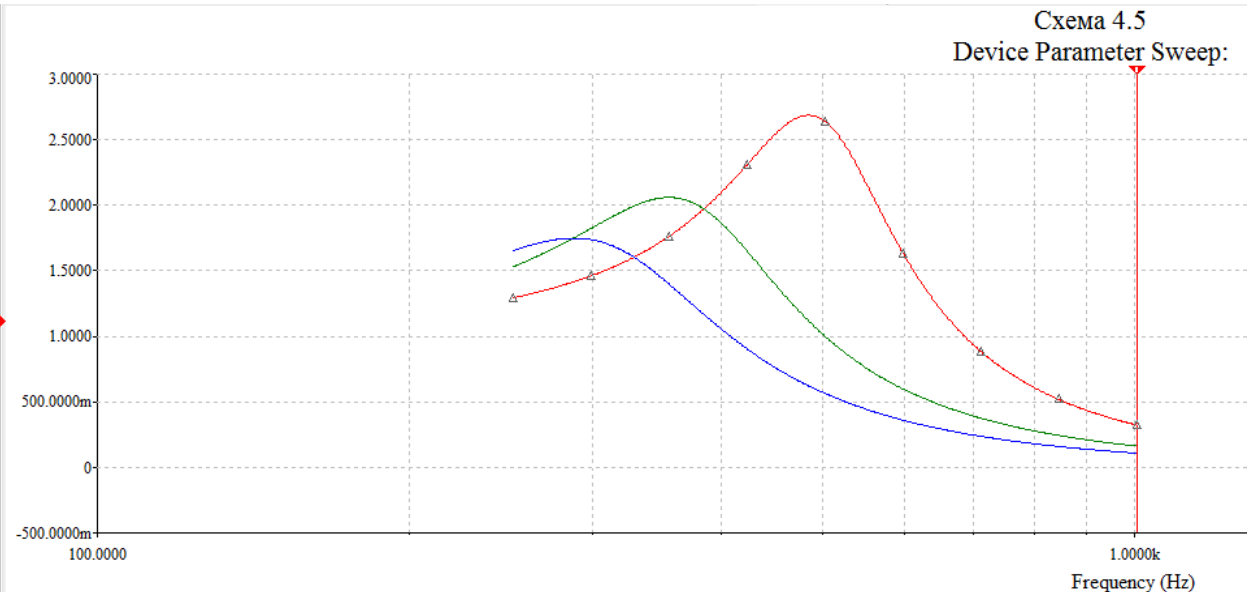
Точки(2):



Значения(2):

Device Parameter Sweep:				
	V(5)/V(3), cc1 capacitance=0.0001	V(5)/V(3), cc1 capacitance=0.000175	V(5)/V(3), cc1 capacitance=0.00025	
x1	503.2159	503.2159	503.2159	503.2159
y1	2.6356	998.7228m	563.6667m	
x2	626.6030	626.6030	626.6030	626.6030
y2	1.3791	525.8425m	321.7227m	
dx	123.3871	123.3871	123.3871	123.3871
dy	-1.2565	-472.8803m	-241.9441m	
1/dx	8.1046m	8.1046m	8.1046m	8.1046m
1/dy	-795.8884m	-2.1147	-4.1332	
min x	251.7740	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	322.8460m	162.5908m	108.6340m	
max y	2.6840	2.0579	1.7471	
offset x	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

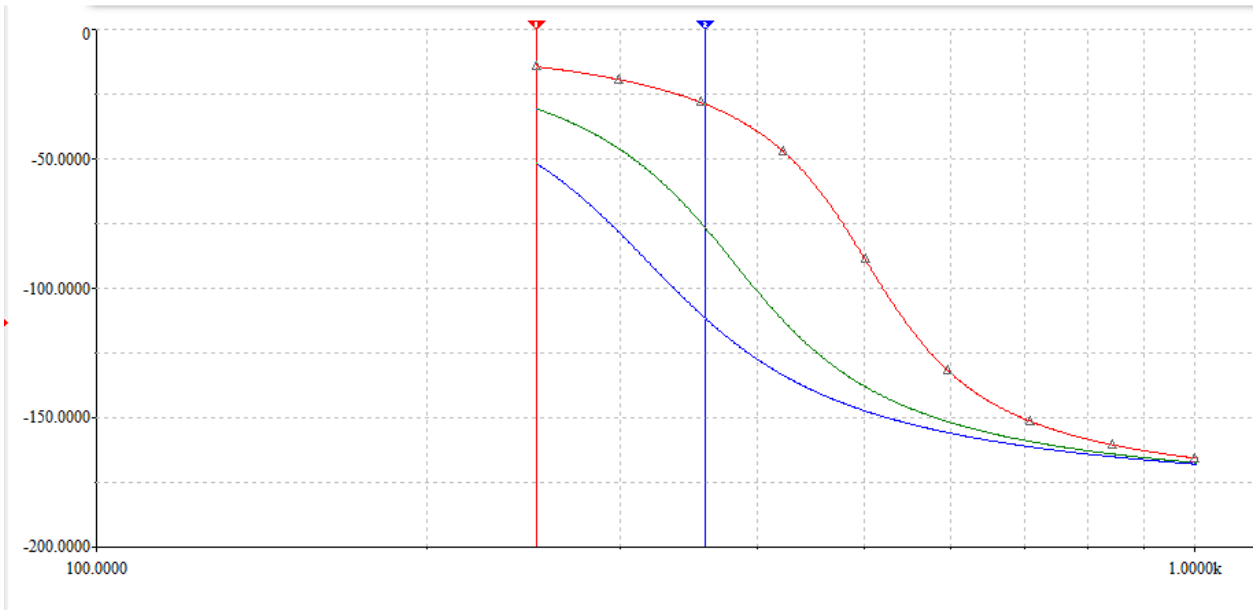
Точка(3):



Значения в точке :

Device Parameter Sweep:			
	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.0001	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.000175	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.00025
x1			
y1			
x2	1.0058k	1.0058k	1.0058k
y2	323.8125m	163.0213m	108.9089m
dx			
dy			
1/dx			
1/dy			
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	322.8460m	162.5908m	108.6340m
max y	2.6840	2.0579	1.7471
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

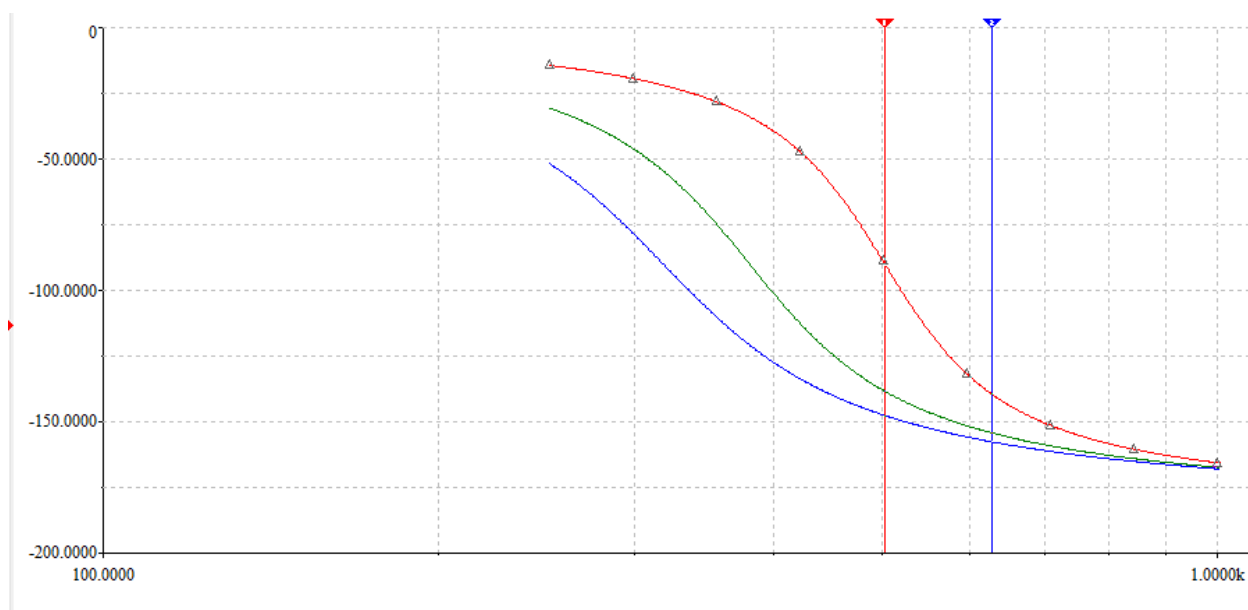
Точки(для Phase) :



Значения :

	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.0001	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.000175	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.00025
x1	251.6223	251.6223	251.6223
y1	-14.1948	-30.5468	-51.6595
x2	358.3498	358.3498	358.3498
y2	-28.7232	-76.5800	-111.5969
dx	106.7275	106.7275	106.7275
dy	-14.5284	-46.0332	-59.9374
1/dx	9.3697m	9.3697m	9.3697m
1/dy	-68.8306m	-21.7235m	-16.6841m
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	-165.8115	-167.5243	-168.1005
max y	-14.2085	-30.5856	-51.7326
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

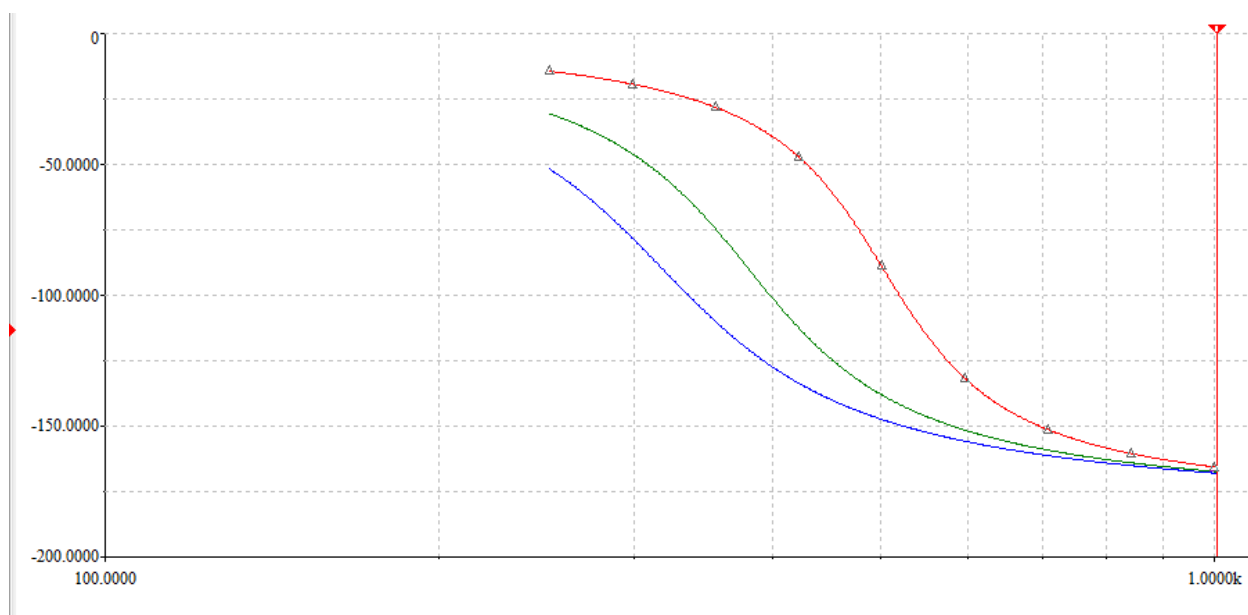
Точки(2 для Phase) :



Значения (2 для Phase) :

	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.0001	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.000175	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.00025
x1	503.0637	503.0637	503.0637
y1	-89.8627	-138.4294	-147.6609
x2	627.7010	627.7010	627.7010
y2	-139.5684	-154.3149	-157.7264
dx	124.6373	124.6373	124.6373
dy	-49.7057	-15.8855	-10.0655
1/dx	8.0233m	8.0233m	8.0233m
1/dy	-20.1184m	-62.9504m	-99.3492m
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	-165.8115	-167.5243	-168.1005
max y	-14.2085	-30.5856	-51.7326
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

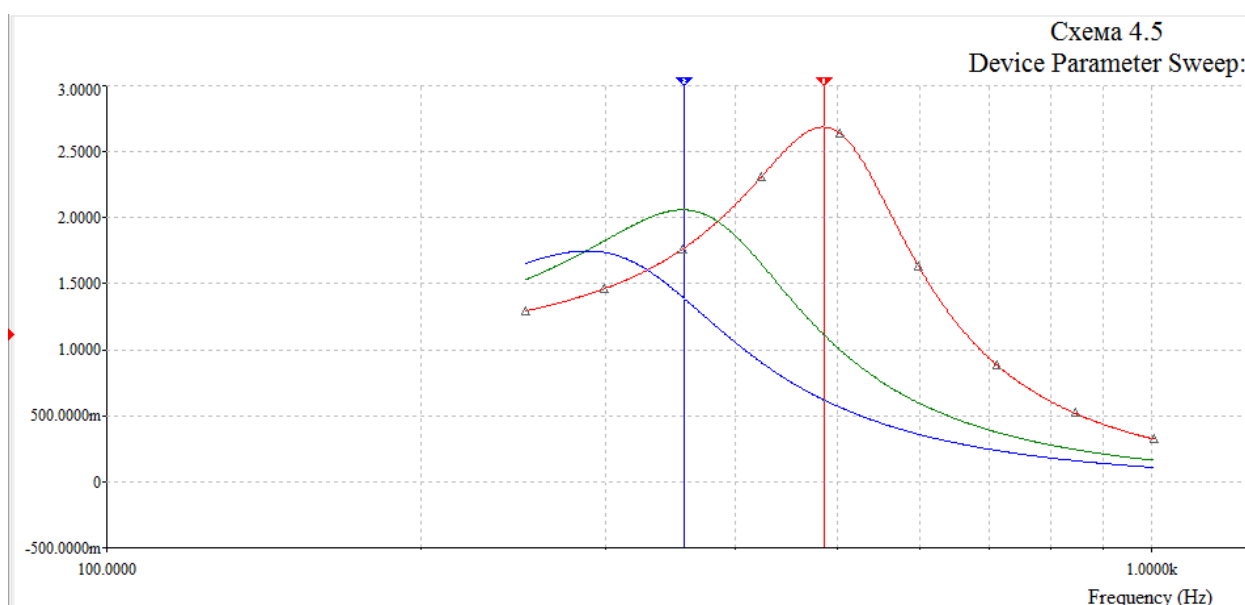
Точка (для Phase) :



Значения в точке(3 для Phase) :

	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.0001	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.000175	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.00025
x1	1.0058k	1.0058k	1.0058k
y1	-165.7845	-167.5052	-168.0838
x2			
y2			
dx			
dy			
1/dx			
1/dy			
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	-165.8115	-167.5243	-168.1005
max y	-14.2085	-30.5856	-51.7326
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

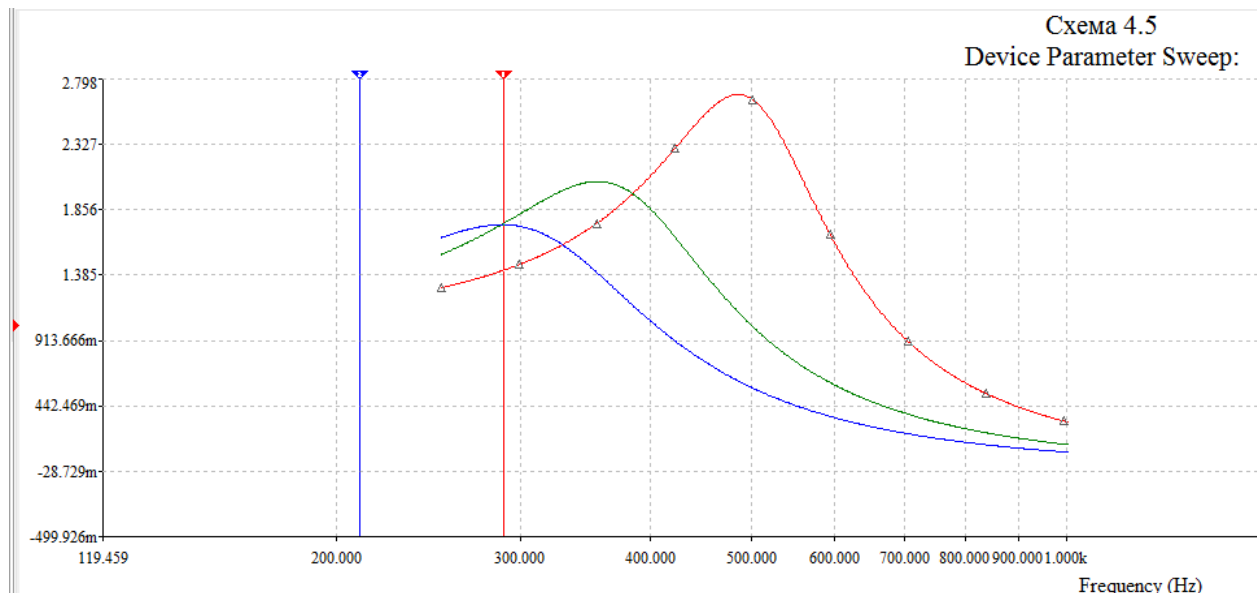
Для добротности(1) :



Значения(для добротности) :

	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.0001	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.000175	V(5)/V(3), ccl capacitance=0.00025
x1	486.0901	486.0901	486.0901
y1	2.6837	1.1102	618.5355m
x2	356.9699	356.9699	356.9699
y2	1.7695	2.0577	1.3879
dx	-129.1202	-129.1202	-129.1202
dy	-914.2586m	947.5208m	769.3552m
1/dx	-7.7447m	-7.7447m	-7.7447m
1/dy	-1.0938	1.0554	1.2998
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	322.8460m	162.5908m	108.6340m
max y	2.6840	2.0579	1.7471
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Для добротности(2):



Значения(2 для добротности) :

	Device Parameter Sweep:		
	V(5)/V(3), cc1 capacitance=0.0001	V(5)/V(3), cc1 capacitance=0.000175	V(5)/V(3), cc1 capacitance=0.00025
x1	288.9665	288.9665	288.9665
y1	1.4187	1.7557	1.7471
x2			
y2			
dx			
dy			
1/dx			
1/dy			
min x	251.7740	251.7740	251.7740
max x	1.0070k	1.0070k	1.0070k
min y	322.8460m	162.5908m	108.6340m
max y	2.6840	2.0579	1.7471
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Вывод: чем меньше значение ёмкости конденсатора, тем ближе значение пика на верхнем графике, где на осях ординат значение $U_{mC1}/U_{mвх}$ и, соответственно, тем медленнее убывает функция. И несмотря на разный характер функций на нижнем графике все функции, убывая, стремятся к одной точке, которая является значением разности начальных фаз ϕ .