

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

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

Отчёт по лабораторной работе № 5
«Исследование переходных процессов в линейных цепях первого порядка»

Вариант - 2

Выполнил: студент группы АДБ-17-11

Антонов А.Б.

Проверил: преподаватель

Сорокин В.О.

Оценка: _____

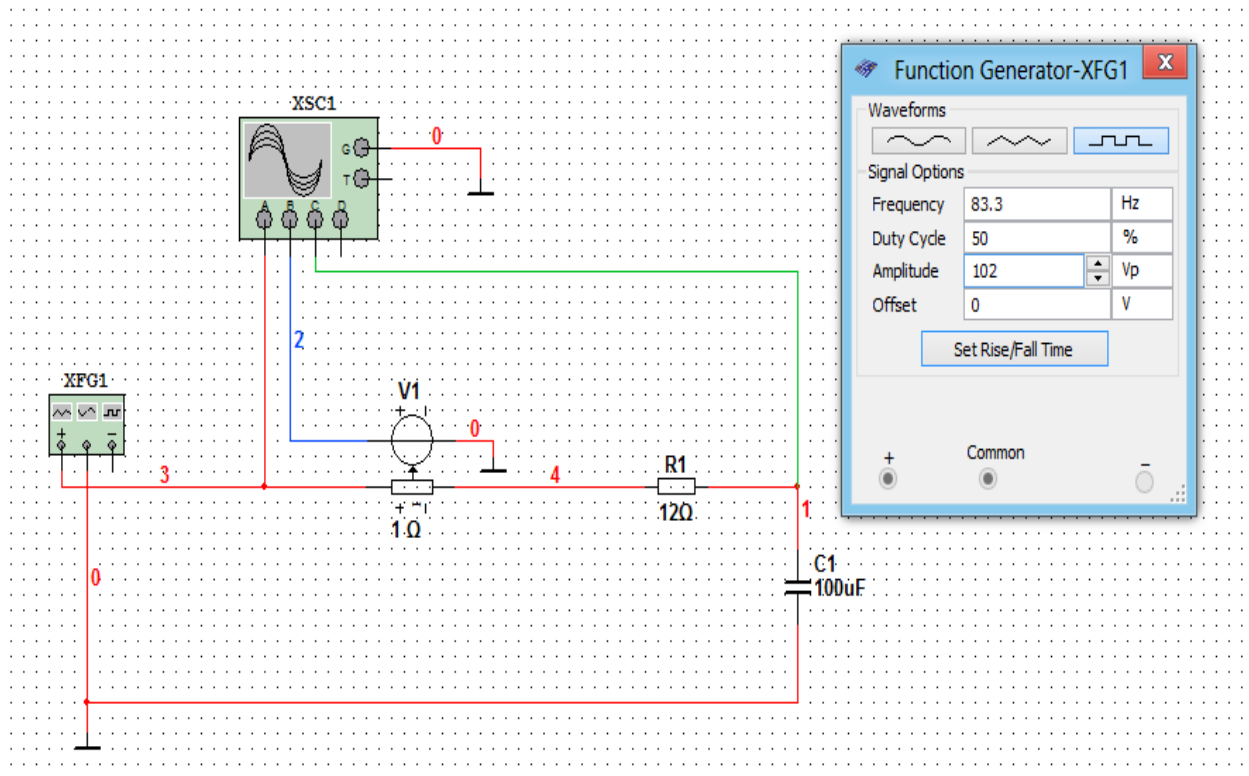
Дата: _____

Москва 2018г.

Исследование переходных процессов в линейной RC-цепи первого порядка

Цель работы: исследование переходных процессов и определение переходных характеристик в линейной RC и RL-цепях первого порядка и в RLC-цепи второго порядка.

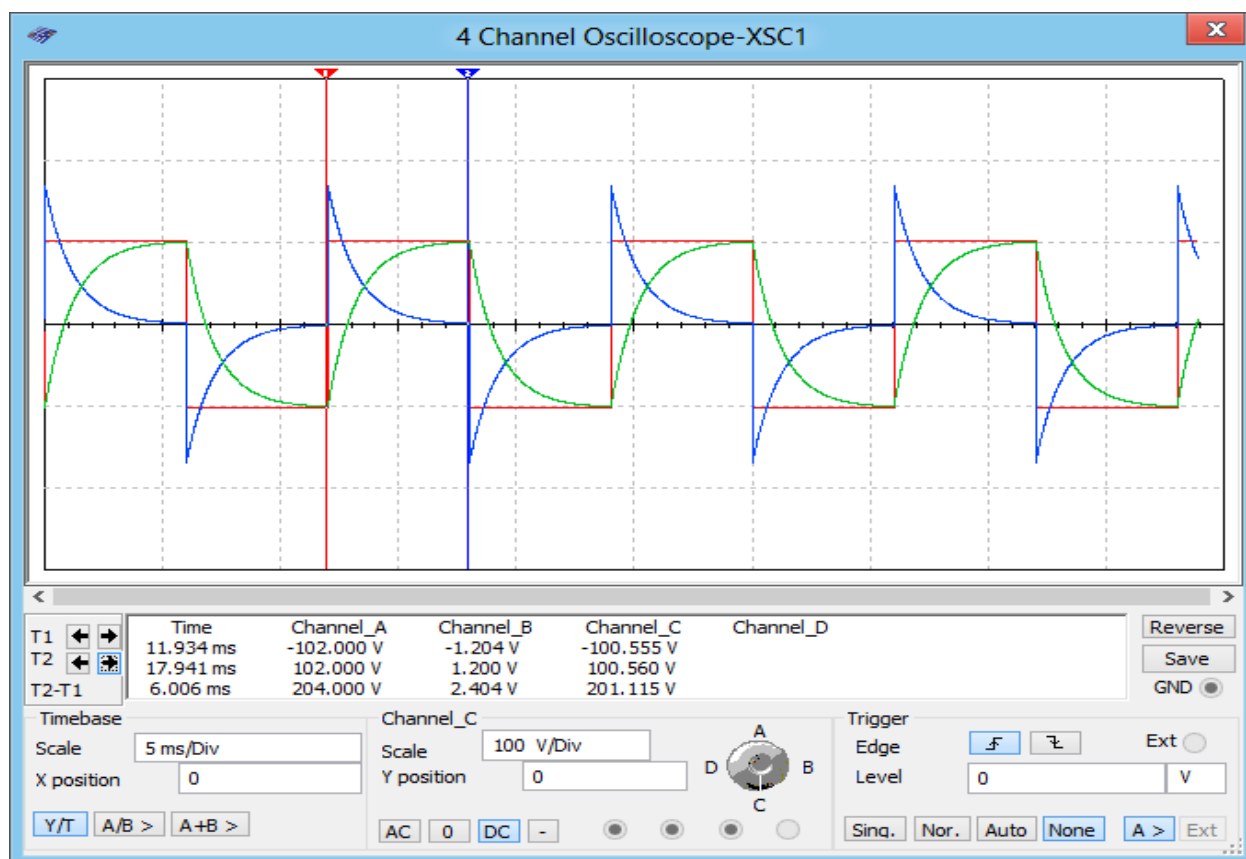
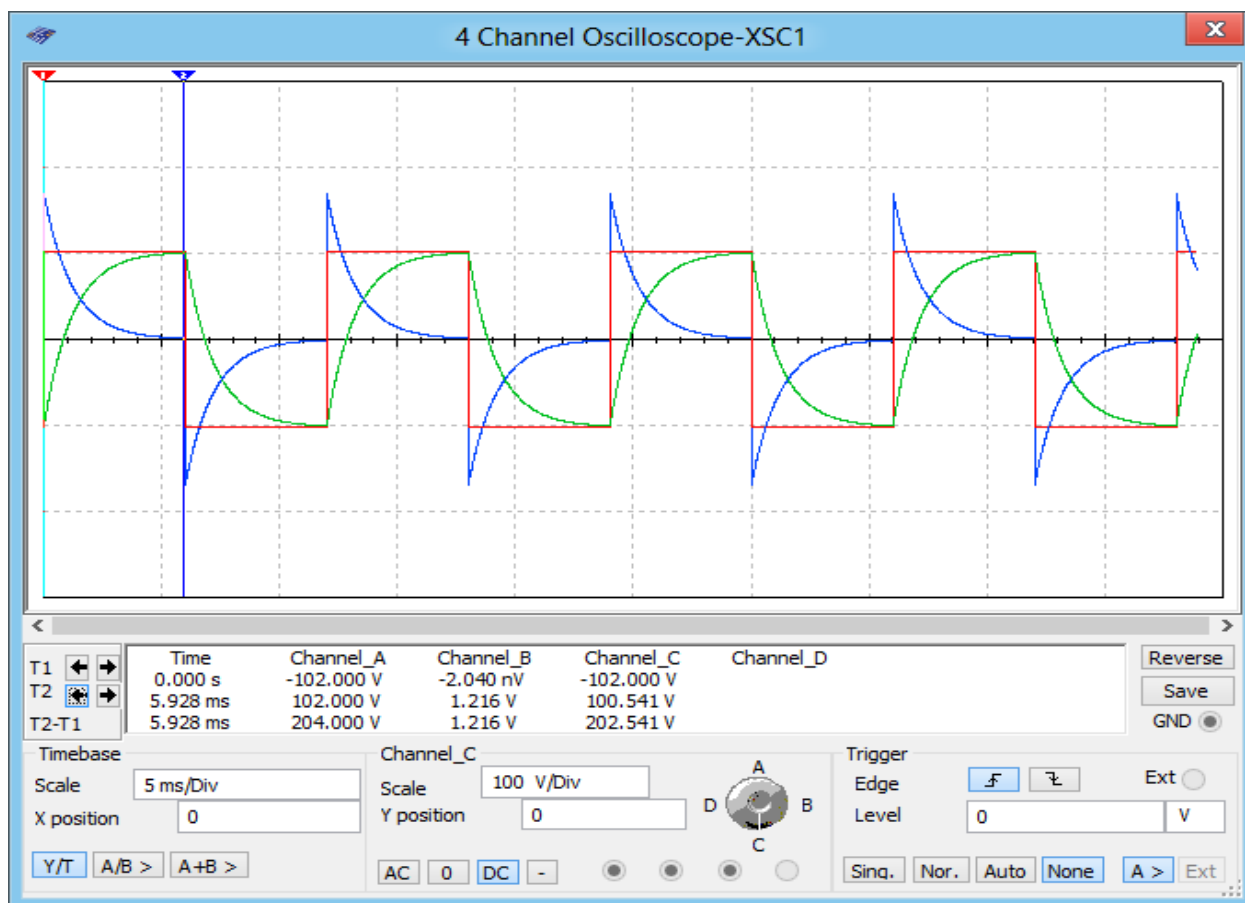
Схема виртуального эксперимента для получения временных зависимостей реакций RC-цепи в переходных режимах:



Временные зависимости $u_{\text{вх}}(t)$, $i(t)$, $u_{\text{с}}(t)$

t , мс	0	5.928	11.934	17.941	23.947	25.585	31.513
$u_{\text{вх}}$, В	-102	102	-102	102	-102	102	-102
i , А	-2.04n	1.216	24,400	121,906m	-24,657	24,495	- 121,143m
$u_{\text{с}}$, В	-102	100.54	-167,595	172,293	171,195	-168,927	-172,304

Графики временных зависимостей $u_{BX}(t)$, $i(t)$, $u_C(t)$



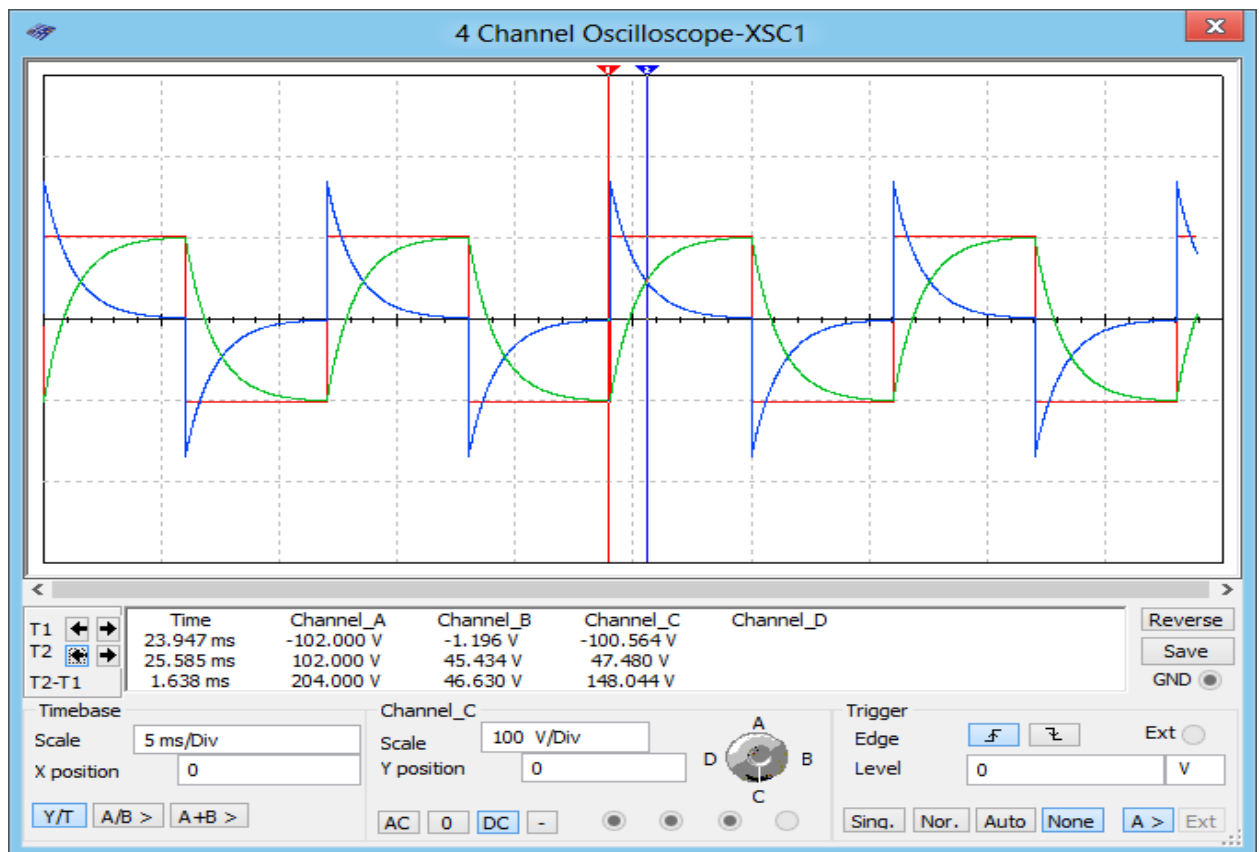
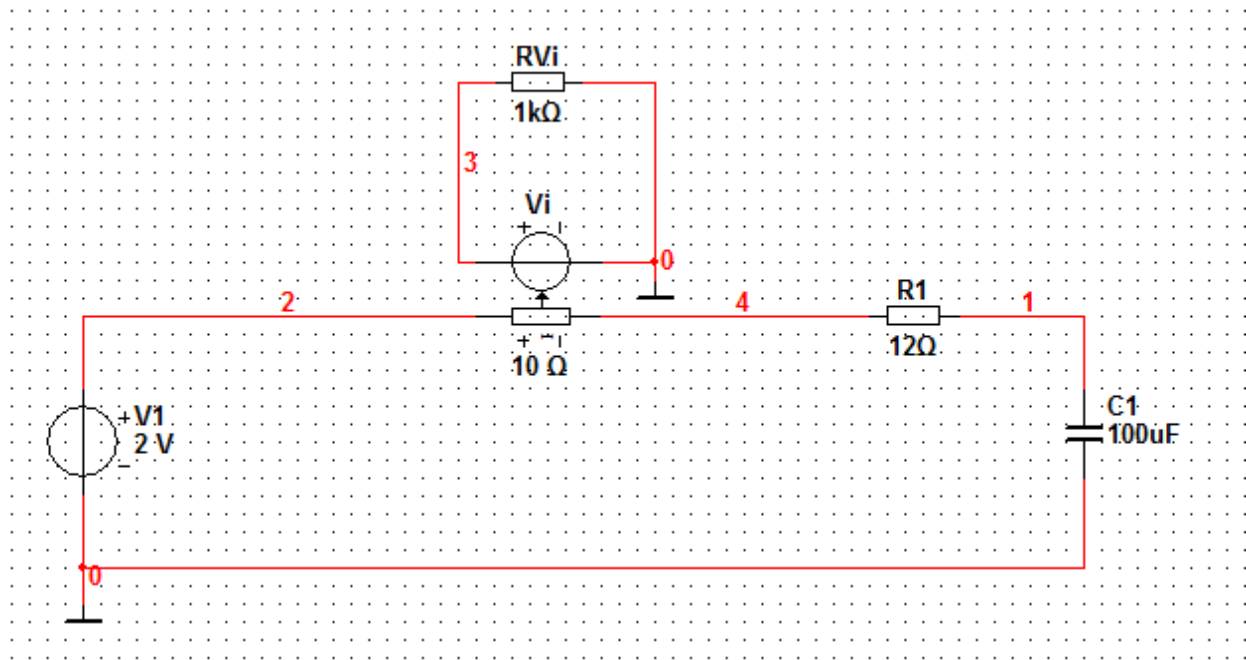


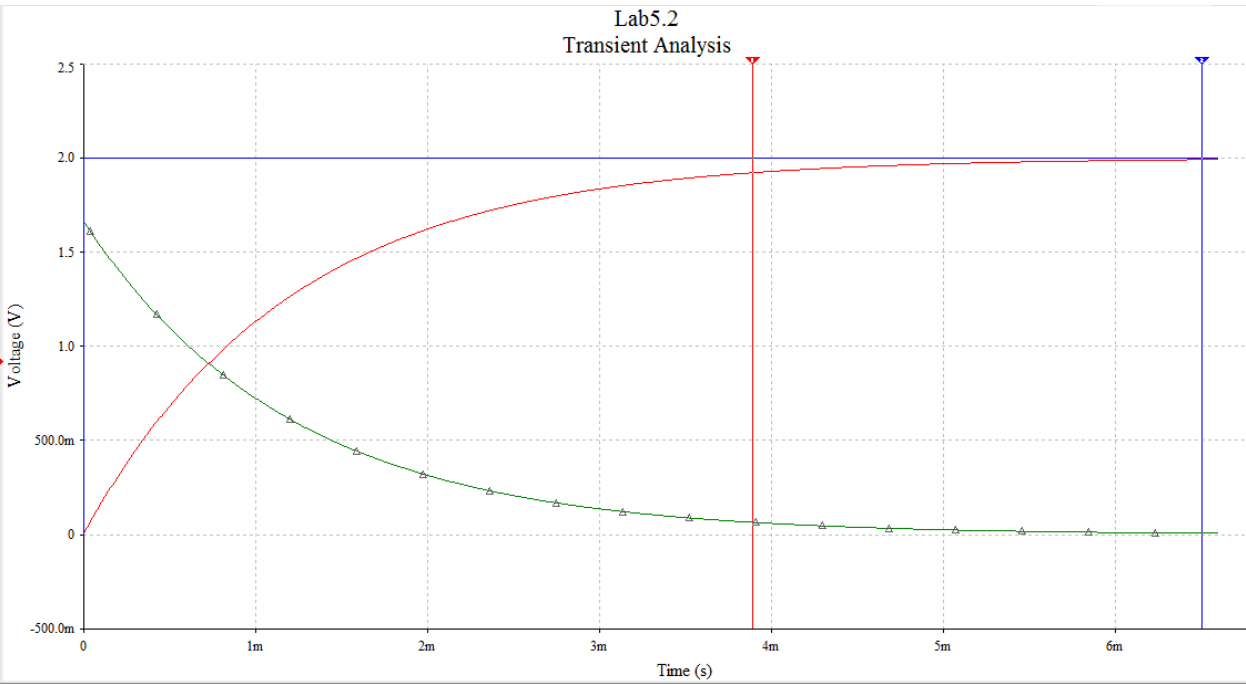
Схема RC-цепи для определения переходных характеристик в режиме численного анализа:



Переходные характеристики RC-цепи первого порядка $u_c(t)$, $i(t)$

t, mc	0	1.32	$t_{п.п.} = 3.89$	$t_{п.п.} = 6.5$	$t_{кон.} = 6.6$	$t_{рас} , MC$
V_i , B	0	2	2	2	2	3.89
U_c , B	0	1.34	1.922	1.911	1.992	
i, A	0	553.94m	65.119m	7.379m	6.81m	

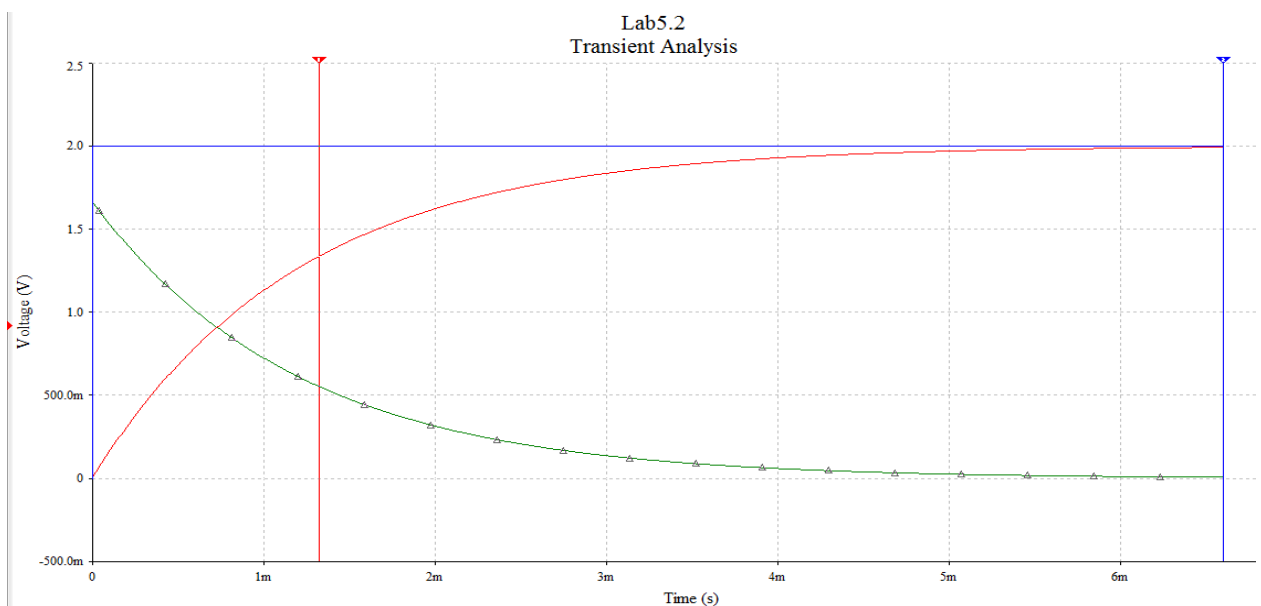
Графики переходных характеристик $u_c(t)$, $i(t)$:



Значения в точках(+ точка трас)

Transient Analysis			
	V (3)	V (1)	V (2)
x1	3.8908m	3.8908m	3.8908m
y1	65.1185m	1.9219	2.0000
x2	6.5038m	6.5038m	6.5038m
y2	7.3799m	1.9911	2.0000
dx	2.6129m	2.6129m	2.6129m
dy	-57.7385m	69.2862m	0.0000
1/dx	382.7131	382.7131	382.7131
1/dy	-17.3195	14.4329	
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	6.6000m	6.6000m	6.6000m
min y	0.0000	0.0000	0.0000
max y	1.6666	1.9918	2.0000
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Точки(2) :



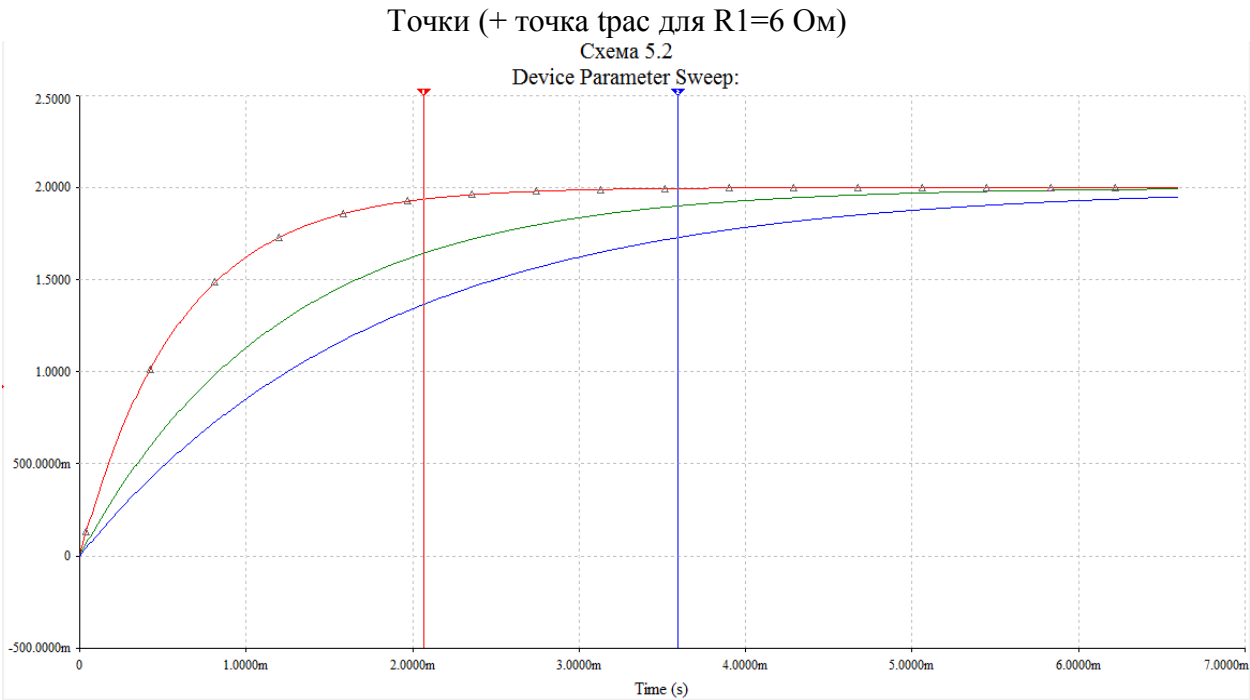
Значения в точках(2):

Transient Analysis			
	V (3)	V (1)	V (2)
x1	1.3218m	1.3218m	1.3218m
y1	553.9374m	1.3353	2.0000
x2	6.6004m	6.6004m	6.6004m
y2	6.8091m	1.9918	2.0000
dx	5.2785m	5.2785m	5.2785m
dy	-547.1283m	656.5540m	0.0000
1/dx	189.4462	189.4462	189.4462
1/dy	-1.8277	1.5231	
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	6.6000m	6.6000m	6.6000m
min y	0.0000	0.0000	0.0000
max y	1.6666	1.9918	2.0000
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Вывод: в течение времени ток $i(t)$, убывая, стремится к 0 А, в то время как напряжение на ёмкости $u_C(t)$, постоянно возрастаая, стремится к 2 В.

**Переходные характеристики RC – цепи первого порядка при различных значениях
активного сопротивления ($h(t) = u_c(t)$)**

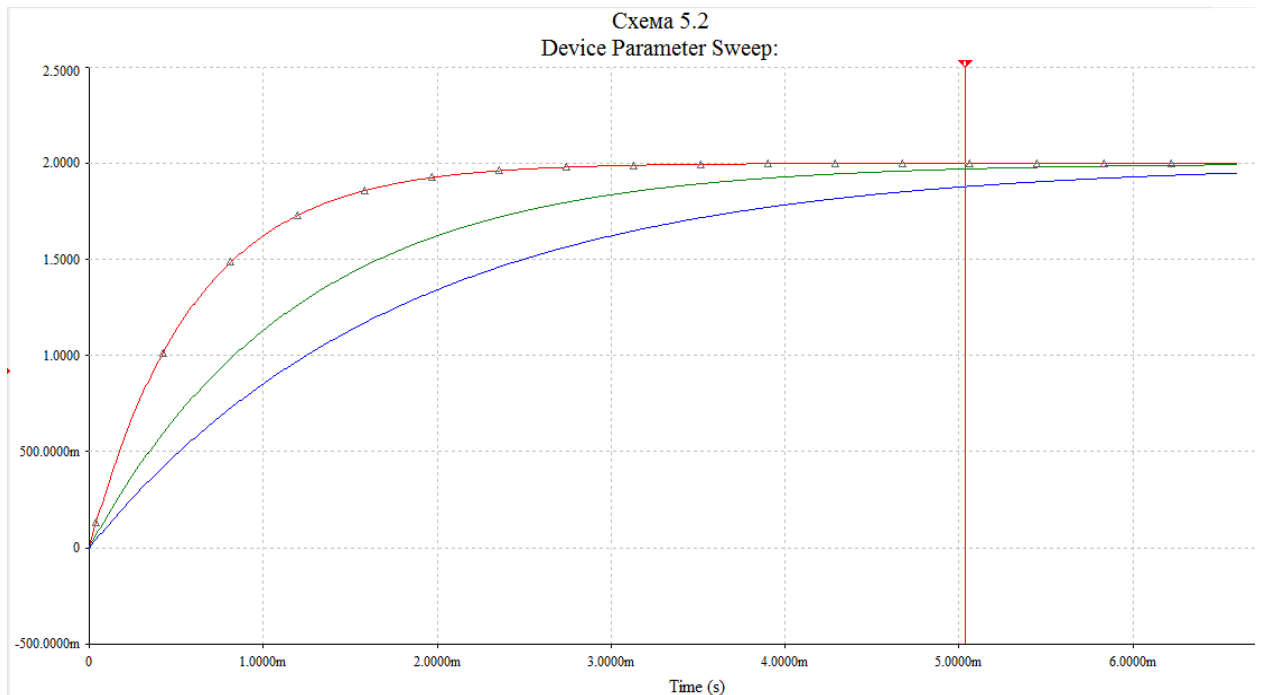
t, мс	t=0	t _{п.п.} = 2.07	t _{п.п.} = 3.59	t _{п.п.} = 5.036	t _{рас} , мс	R1, Ом	τ, мс
U _c , В	0	1.936	1.995	1.999	2.07	6	0,6
U _c , В	0	1.643	1.899	1.969	3.89	12	1.2
U _c , В	0	1.366	1.728	1.878	5.15	18	1.8



Значения в точках(1) :

	V(1), rrl resistance=6	V(1), rrl resistance=12	V(1), rrl resistance=18
x1	2.0672m	2.0672m	2.0672m
y1	1.9362	1.6428	1.3657
x2	3.5934m	3.5934m	3.5934m
y2	1.9950	1.8999	1.7283
dx	1.5262m	1.5262m	1.5262m
dy	58.7786m	257.0653m	362.6058m
1/dx	655.2140	655.2140	655.2140
1/dy	17.0130	3.8901	2.7578
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	6.6000m	6.6000m	6.6000m
min y	0.0000	0.0000	0.0000
max y	2.0000	1.9918	1.9489
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Точка (2)



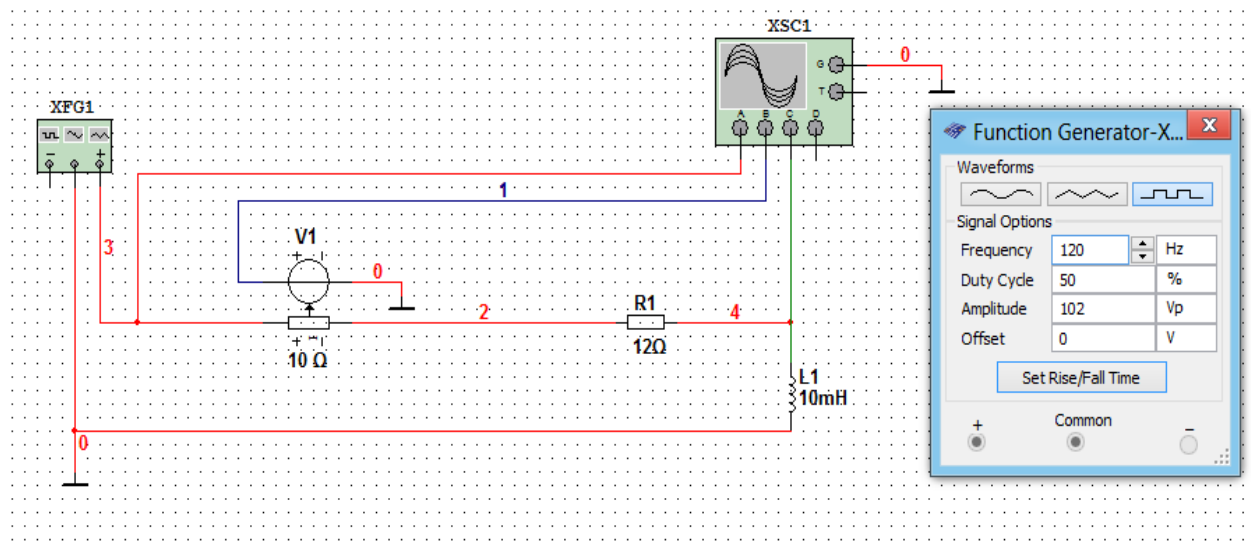
Значения в точке :

Device Parameter Sweep:			
	V(1), rr1 resistance=6	V(1), rr1 resistance=12	V(1), rr1 resistance=18
x1	5.0359m	5.0359m	5.0359m
y1	1.9995	1.9699	1.8781
x2			
y2			
dx			
dy			
1/dx			
1/dy			
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	6.6000m	6.6000m	6.6000m
min y	0.0000	0.0000	0.0000
max y	2.0000	1.9918	1.9489
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Вывод: проанализировав характер переходных характеристик, можно прийти к заключению, что чем меньше сопротивление резистора R1, тем выше скорость протекания переходного процесса.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНОЙ RL - ЦЕПИ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

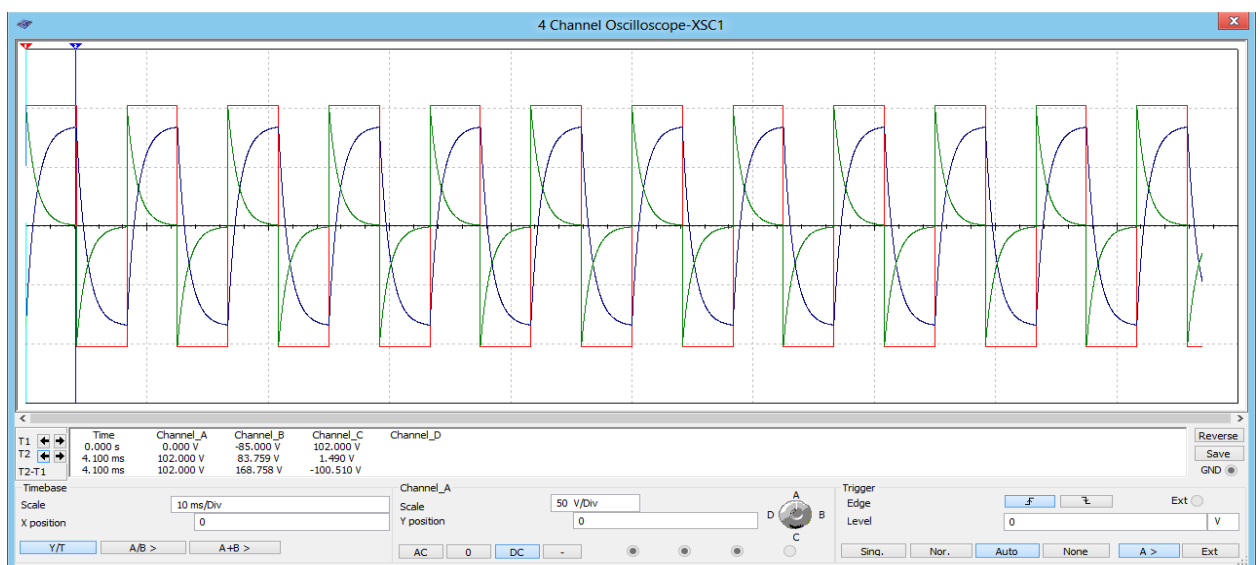
Схема виртуального эксперимента для получения временных зависимостей реакций RL - цепи в переходных режимах:



Временные зависимости $u_{BX}(t)$, $i(t)$, $u_L(t)$

t, mc	0	4	8.28	12.46	13.42	17.69
u_{BX}, B	0	102	-102	102	-102	102
i, A	-85	83.76	-83.78	83.81	-29.31	35.24
u_L, B	102	1.49	-1.46	1.43	-66.83	59.713

Графики $u_{BX}(t)$, $i(t)$, $u_L(t)$:



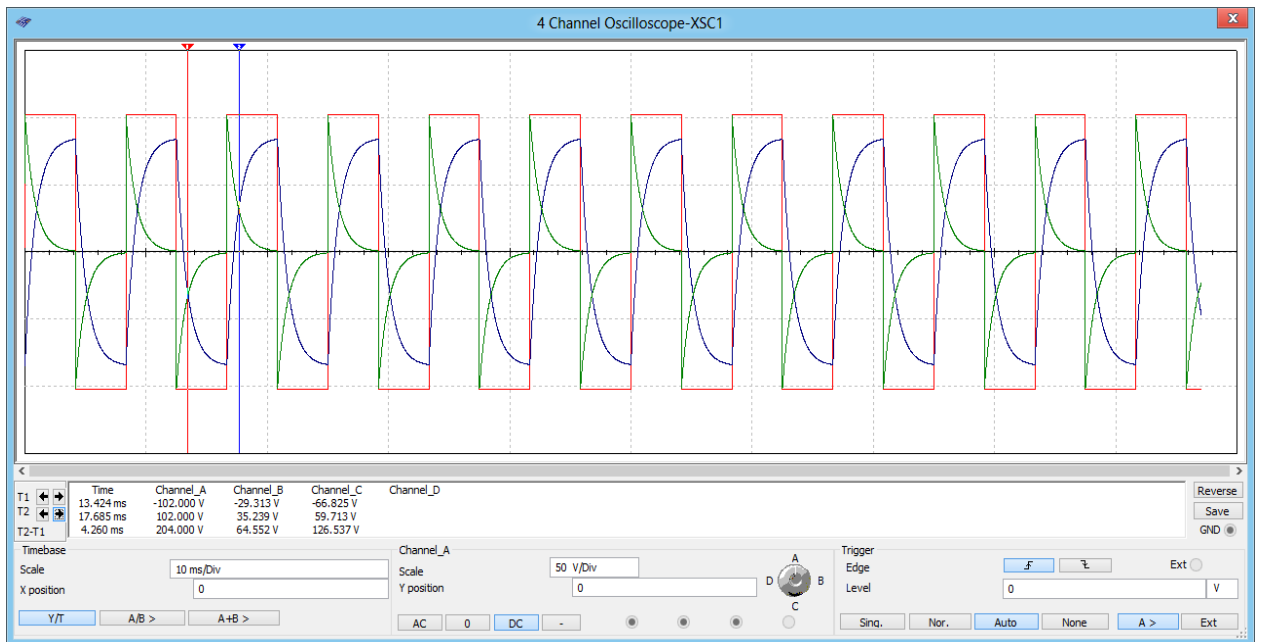
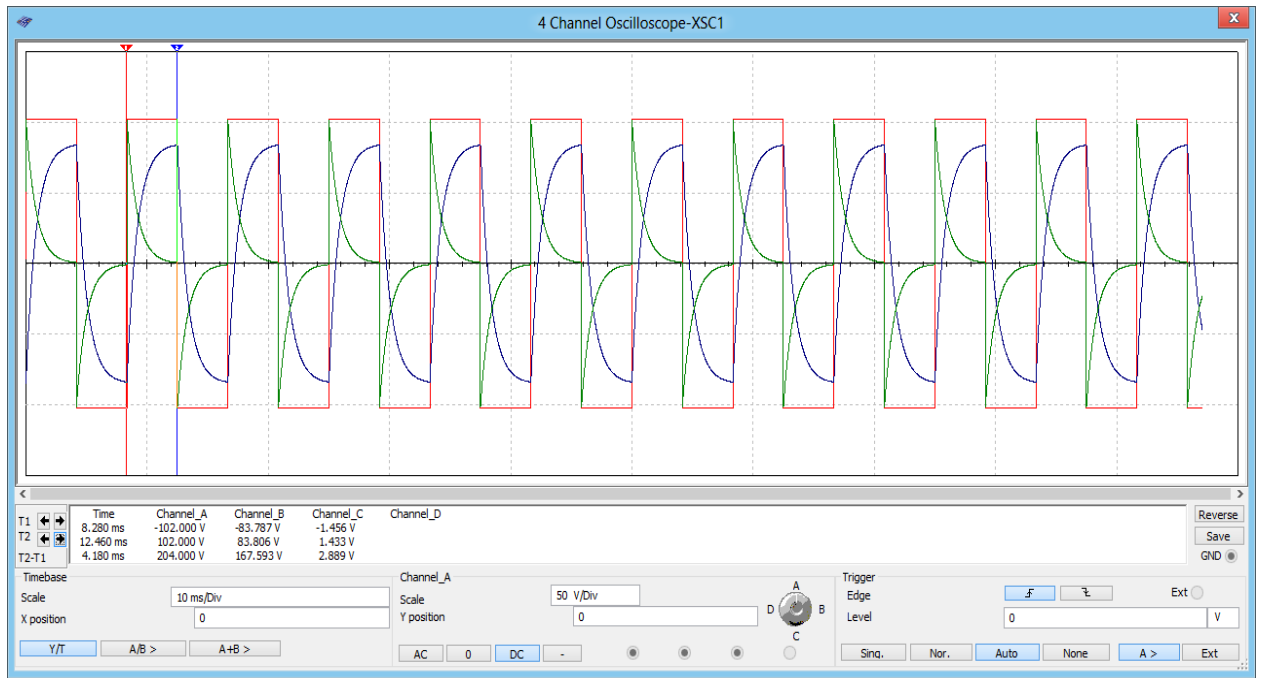
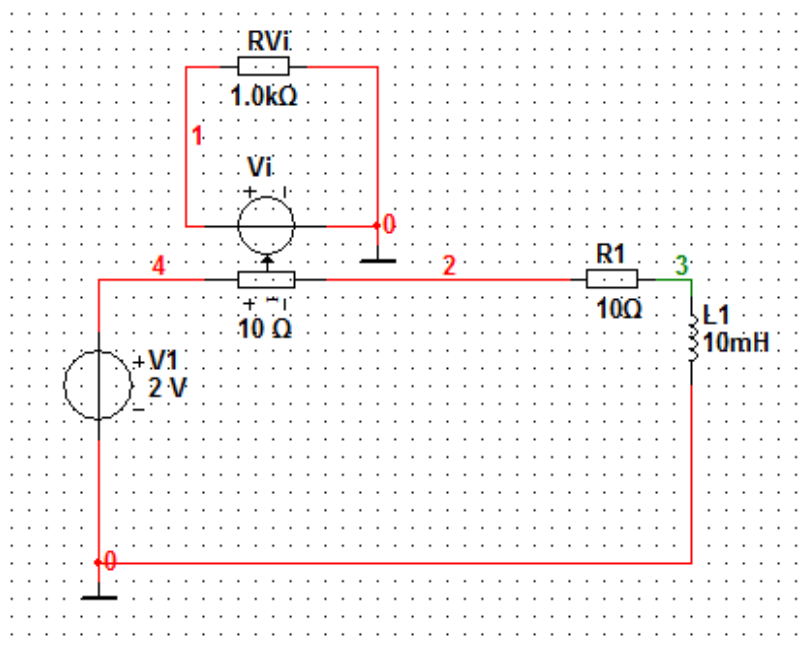


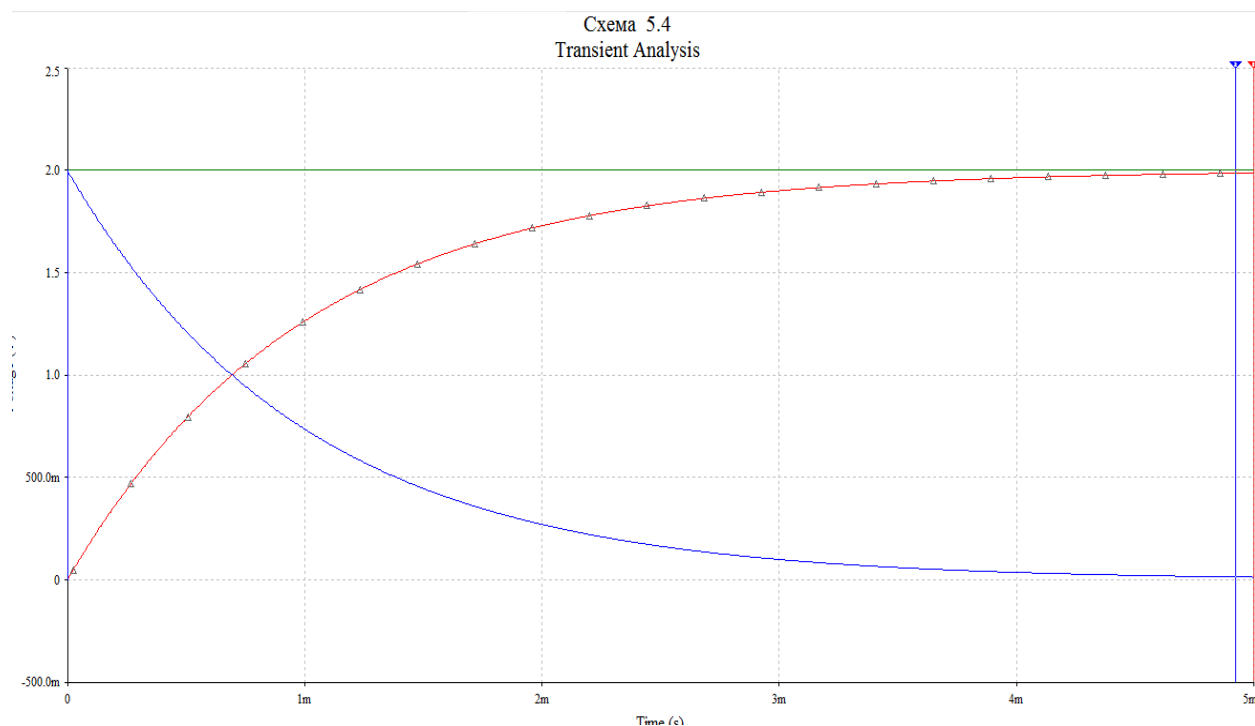
Схема RL - цепи для определения переходных характеристик в режиме численного анализа:



Переходные характеристики RL-цепи первого порядка $i(t)$, $u_L(t)$

t, mc	$t_0=0$	1.39	$t_{п.п.} = 3.054$	$t_{п.п.} = 4.922$	$t_{кон.} = 5$	$t_{рас.}, мс$
$V_i, В$	0	2	2	2	2	3.304
$i, А$	0	1.50	1.906	1.985	1.986	
$u_L, В$	0	498.15m	94.34m	14.58m	13.48m	

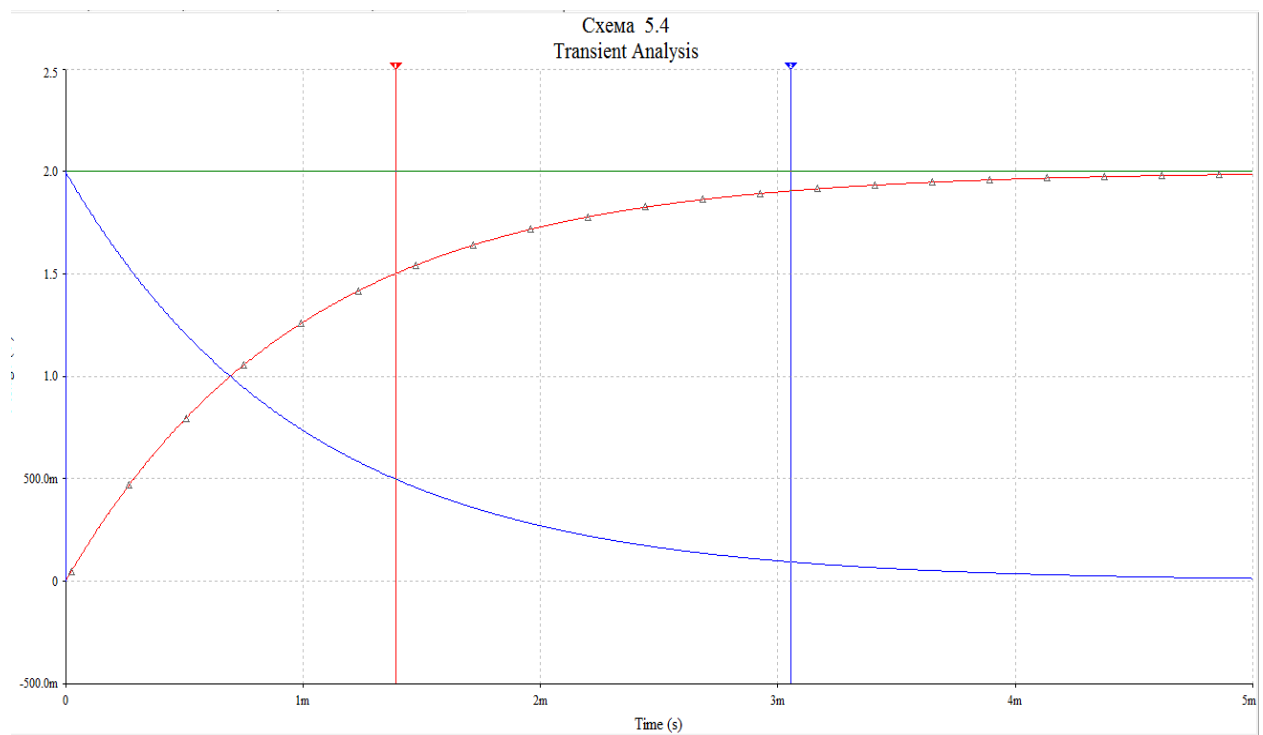
График переходных характеристик $u_L(t)$, $i(t)$, $u_{BX}(t)$



Значения:

Transient Analysis			
	V (1)	V (4)	V (3)
x1	5.0000m	5.0000m	5.0000m
y1	1.9865	2.0000	13.4758m
x2	4.9216m	4.9216m	4.9216m
y2	1.9854	2.0000	14.5751m
dx	-78.4191μ	-78.4191μ	-78.4191μ
dy	-1.0993m	0.0000	1.0993m
1/dx	-12.7520k	-12.7520k	-12.7520k
1/dy	-909.6662		909.6662
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	5.0000m	5.0000m	5.0000m
min y	0.0000	0.0000	0.0000
max y	1.9865	2.0000	1.9999
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Точки(2)



Значения (2)

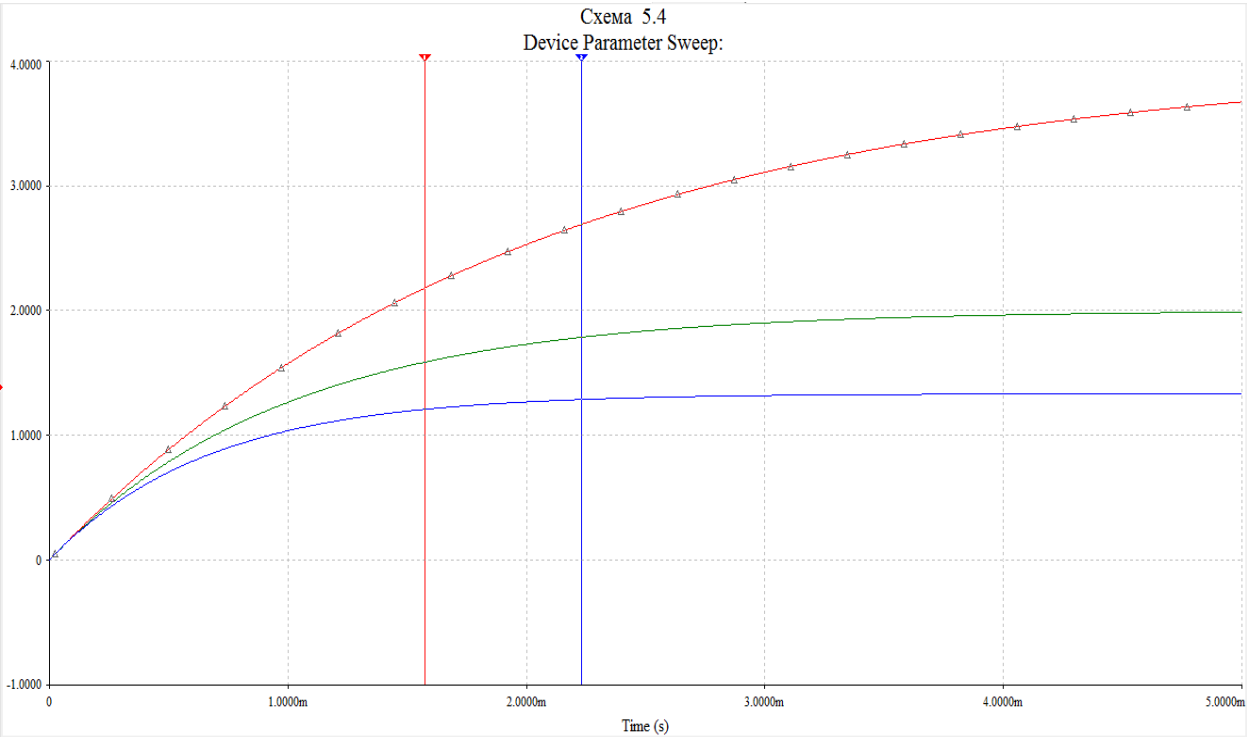
Transient Analysis			
	V (1)	V (4)	V (3)
x1	1.3900m	1.3900m	1.3900m
y1	1.5019	2.0000	498.1464m
x2	3.0540m	3.0540m	3.0540m
y2	1.9057	2.0000	94.3405m
dx	1.6640m	1.6640m	1.6640m
dy	403.8059m	0.0000	-403.8059m
1/dx	600.9685	600.9685	600.9685
1/dy	2.4764		-2.4764
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	5.0000m	5.0000m	5.0000m
min y	0.0000	0.0000	0.0000
max y	1.9865	2.0000	1.9999
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Вывод: в течение времени ток $i(t)$, возрастаая, стремится к 2 А. Напряжение на индукторе $u_L(t)$, убывая, стремится к 0.

Переходные характеристики RL - цепи первого порядка при различных значениях
активного сопротивления ($h(t) = i_L(t)$)

t, мс		1.57	2.23	3.02	t _{рас} , мс	RI, Ом	τ, с
i _L , А	0	2.18	2.69	3.12	4.93	5	0,002
i _L , А	0	1.56	1.79	1.90	3.304	10	0,001
i _L , А	0	1.21	1.29	1.32	2.27	15	0,0006

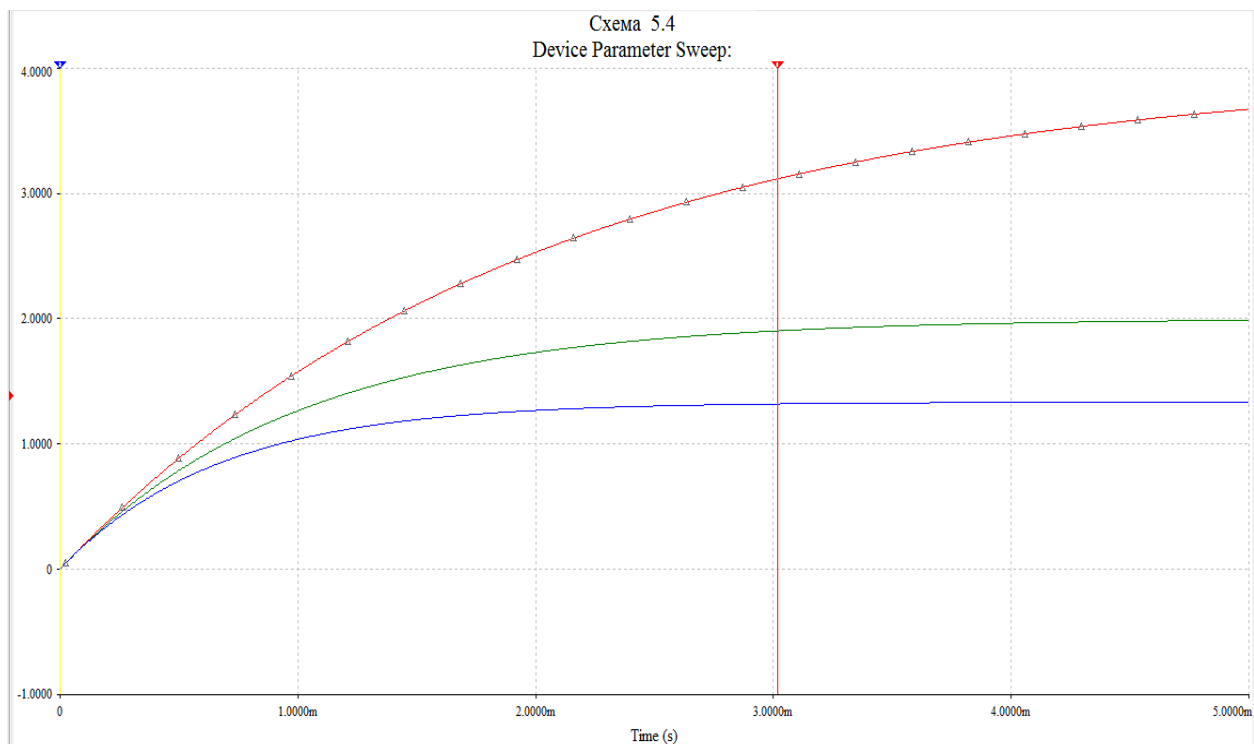
График переходных характеристик для соответствующих значений сопротивления R1:



Значения :

Device Parameter Sweep:			
	V(1), rrl resistance=5	V(1), rrl resistance=10	V(1), rrl resistance=15
x1	1.5744m	1.5744m	1.5744m
y1	2.1795	1.5857	1.2076
x2	2.2310m	2.2310m	2.2310m
y2	2.6890	1.7852	1.2864
dx	656.6456μ	656.6456μ	656.6456μ
dy	509.5033m	199.4387m	78.7564m
1/dx	1.5229k	1.5229k	1.5229k
1/dy	1.9627	5.0141	12.6974
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	5.0000m	5.0000m	5.0000m
min y	0.0000	0.0000	0.0000
max y	3.6717	1.9865	1.3326
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Точка(2):



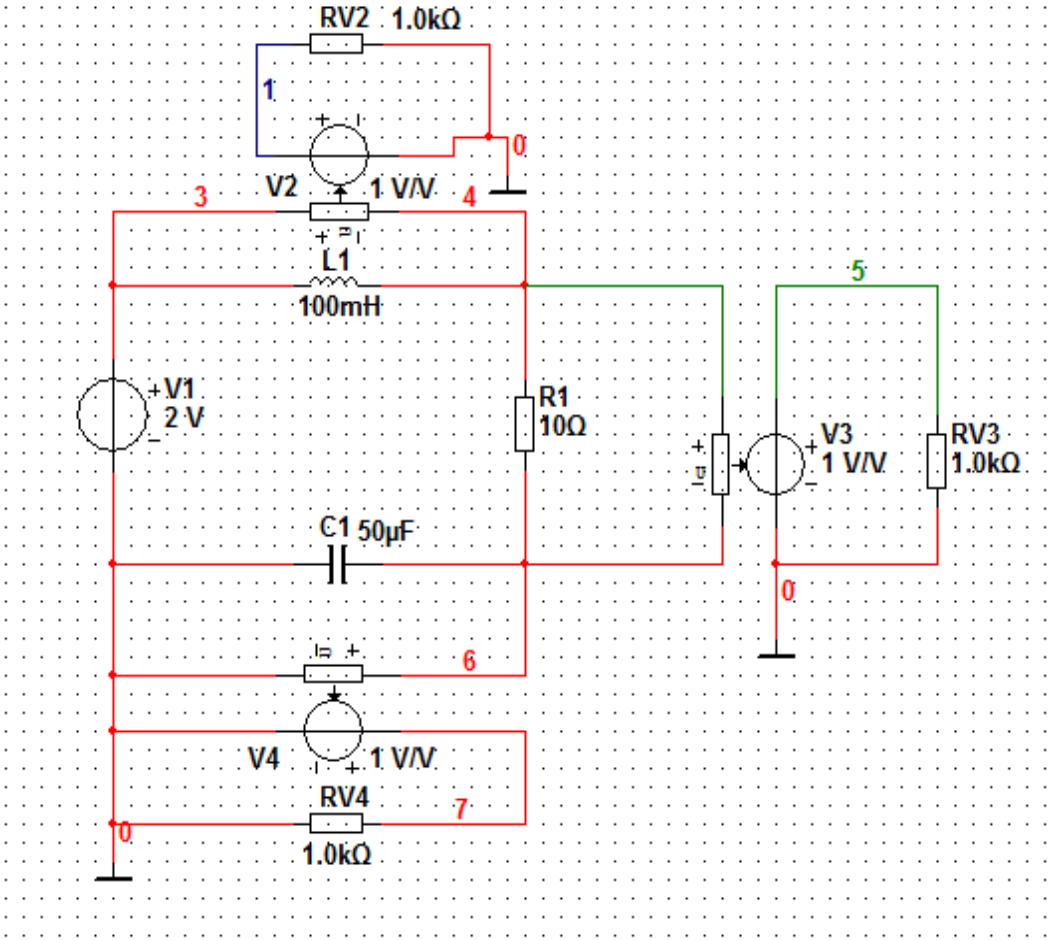
Значения(2) :

Device Parameter Sweep:			
	V(1), rrl resistance=5	V(1), rrl resistance=10	V(1), rrl resistance=15
x1	3.0182m	3.0182m	3.0182m
y1	3.1156	1.9022	1.3189
x2	0.0000	0.0000	0.0000
y2	0.0000	0.0000	0.0000
dx	-3.0182m	-3.0182m	-3.0182m
dy	-3.1156	-1.9022	-1.3189
1/dx	-331.3237	-331.3237	-331.3237
1/dy	-320.9693m	-525.7011m	-758.1959m
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	5.0000m	5.0000m	5.0000m
min y	0.0000	0.0000	0.0000
max y	3.6717	1.9865	1.3326
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Вывод: как видно из графика переходных характеристик $i_L(t)$, чем меньше сопротивление R_1 , тем ниже скорость переходного процесса к устойчивому состоянию. В отличие от переходных характеристик u_C , график которых показывает, что при уменьшении сопротивления, скорость переходного процесса увеличивается.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНОЙ RLC - ЦЕПИ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Схема последовательной RLC - цепи для определения переходных характеристик в режиме численного анализа:



Параметры RLC - цепи в переходном режиме

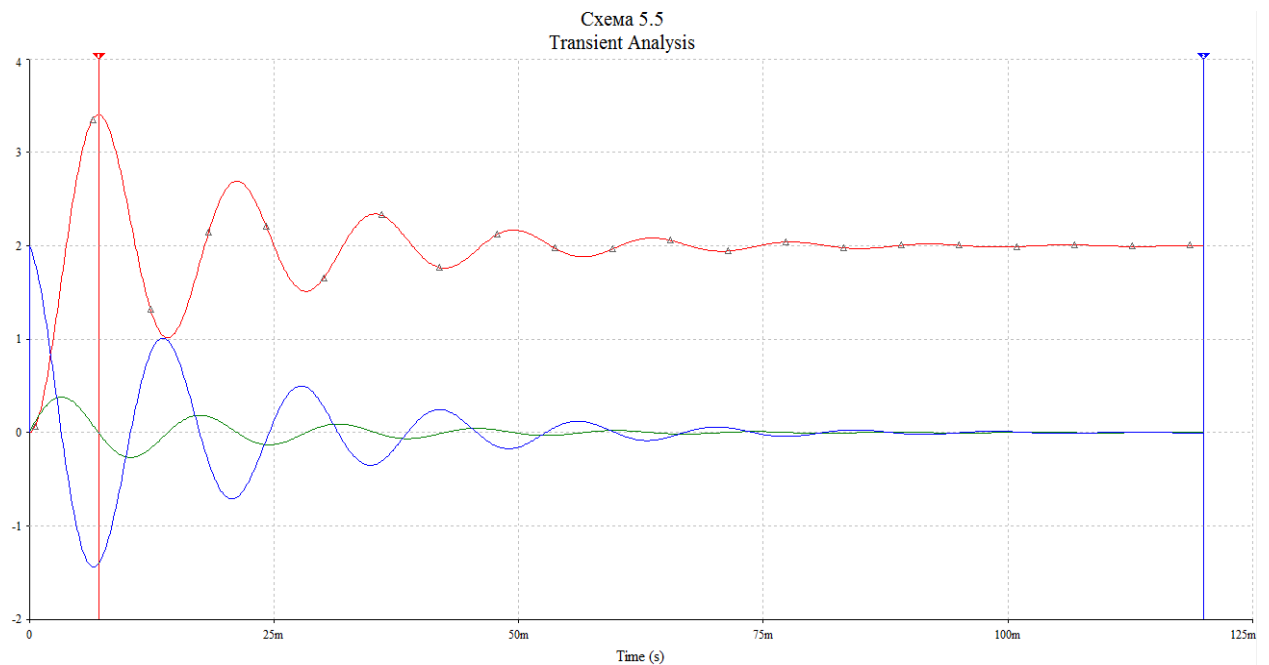
Характер переходного процесса	Апериодический: $\delta > \omega_0$					Колебательный: $\delta < \omega_0$			
	$RI, \text{Ом}$	$LI, \text{Гн}$	$CI, \text{Ф}$	δ	$\omega_0, \text{рад/с}$	$RI, \text{Ом}$	$LI, \text{Гн}$	$CI, \text{Ф}$	δ
	10	0,1	0,005	50	44,721	10	0,1	0,00005	50
	λ_1	-72,361				λ_1	-50 + 444,410i		
	λ_2	-27,639				λ_2	-50 - 444,410i		

1.Колебательный характер:

Переходные характеристики RLC - цепи второго порядка $u_L(t)$, $u_C(t)$, $u_R(t)$

Характер процесса: Колебательный $\delta < \omega_0$					
t, mc	t=0	7.08	21.15	45.44	$T_{\text{кон.}}=180$
u_L , В	0	-1.40	-697.14m	24.97	-9.76
u_C , В	0	3.4	2.69	1,93	2.0001
u_R , В	0	-1.43	4.7	45.23m	-55.7u

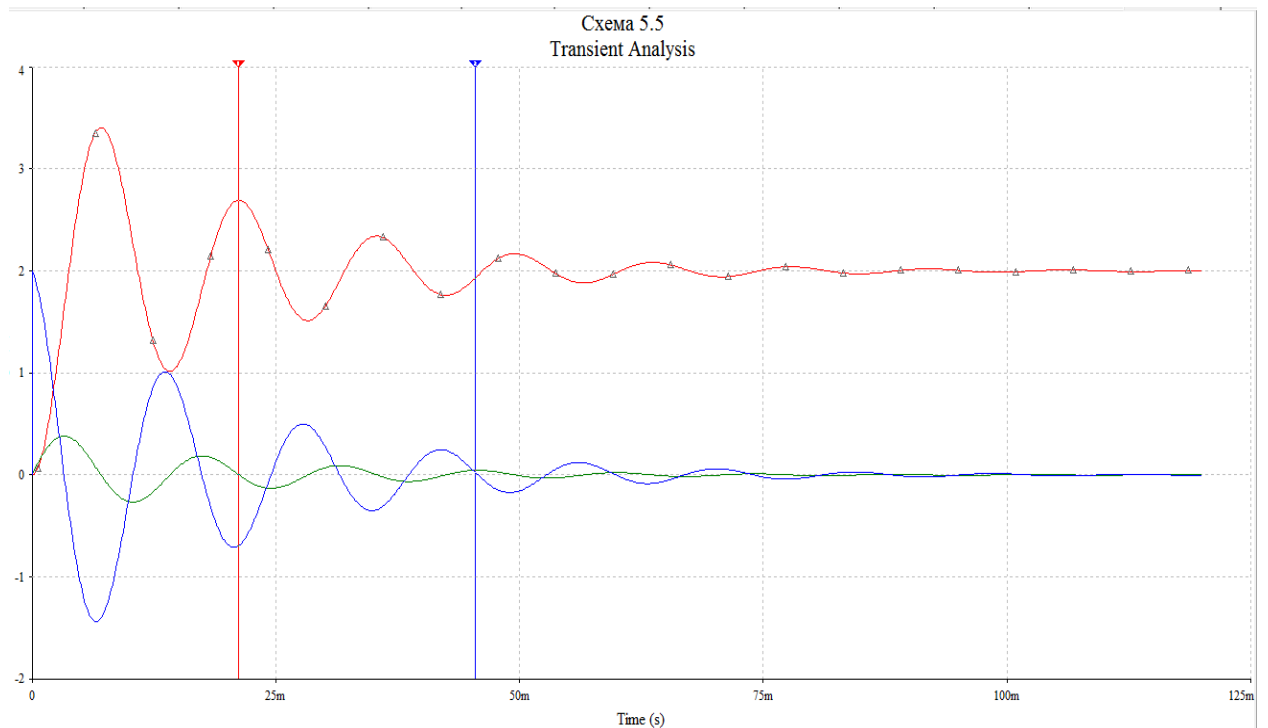
График переходных характеристик для периодического процесса колебательного характера:



Значения (1) :

Transient Analysis			
	V (7)	V (5)	V (1)
x1	21.1448m	21.1448m	21.1448m
y1	2.6924	4.6990m	-697.1371m
x2	45.4367m	45.4367m	45.4367m
y2	1.9298	45.2277m	24.9725m
dx	24.2919m	24.2919m	24.2919m
dy	-762.6383m	40.5288m	722.1095m
1/dx	41.1660	41.1660	41.1660
1/dy	-1.3112	24.6738	1.3848
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	120.0000m	120.0000m	120.0000m
min y	0.0000	-266.5111m	-1.4406
max y	3.4047	379.4768m	1.9998
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

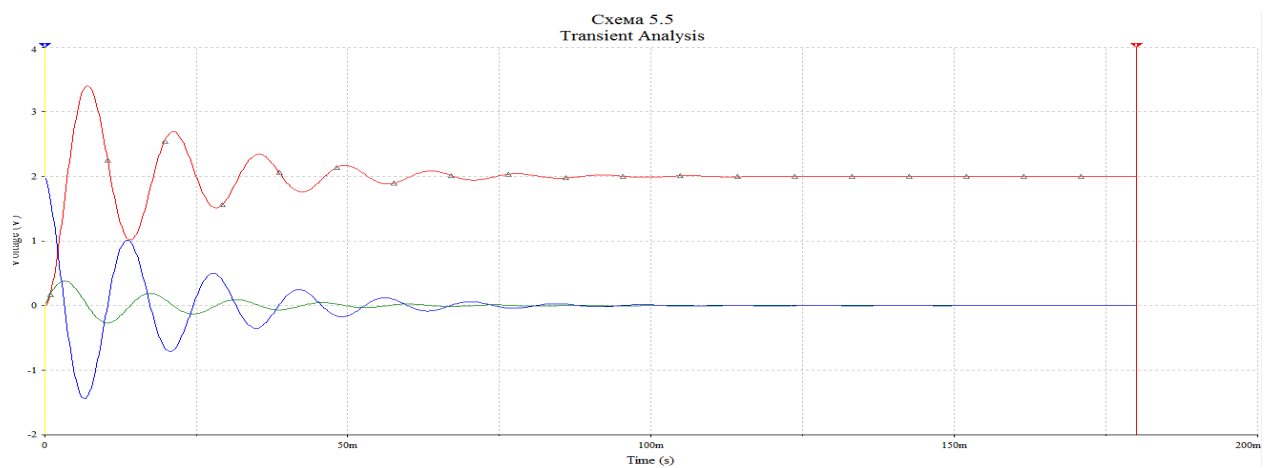
Точки(2) :



Значения :

	V (7)	V (5)	V (1)
x1	180.0157m	180.0157m	180.0157m
y1	2.0001	-55.6608μ	-9.7568μ
x2	0.0000	0.0000	0.0000
y2	0.0000	0.0000	0.0000
dx	-180.0157m	-180.0157m	-180.0157m
dy	-2.0001	55.6608μ	9.7568μ
1/dx	-5.5551	-5.5551	-5.5551
1/dy	-499.9836m	17.9660k	102.4930k
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	180.0000m	180.0000m	180.0000m
min y	0.0000	-266.6368m	-1.4406
max y	3.4042	379.2993m	1.9996
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Точка t кон:



Значения в т кон:

	V (7)	V (5)	V (1)
x1	7.0810m	7.0810m	7.0810m
y1	3.4043	-1.4270m	-1.4029
x2	119.9843m	119.9843m	119.9843m
y2	2.0049	108.6300μ	-5.0132m
dx	112.9032m	112.9032m	112.9032m
dy	-1.3994	1.5356m	1.3979
1/dx	8.8571	8.8571	8.8571
1/dy	-714.5808m	651.1911	715.3658m
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	120.0000m	120.0000m	120.0000m
min y	0.0000	-266.5111m	-1.4406
max y	3.4047	379.4768m	1.9998
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

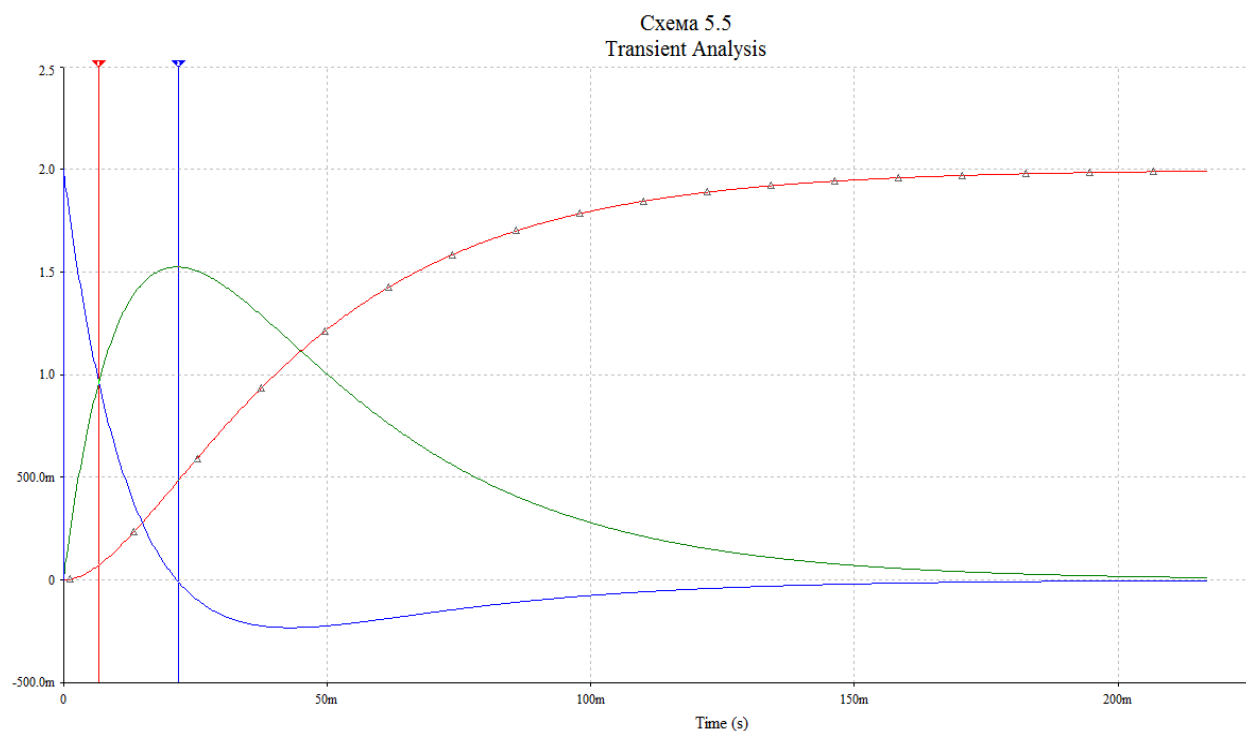
2. Аперидический характер:

Таблица 9

Переходные характеристики RLC - цепи второго порядка $u_L(t)$, $u_C(t)$, $u_R(t)$

Характер процесса: Аперидический: $\delta > \omega_0$					
t, mc		6.65	21.76	43.31	$t_{\text{кон.}} = 0,217$
u_L , B	0	971.74m	-7.12	-232.5m	-3.07m
u_C , B	0	71.16m	482.43	1.08	1.99
u_R , B	0	957.1m	1.53	1.16	11.12m

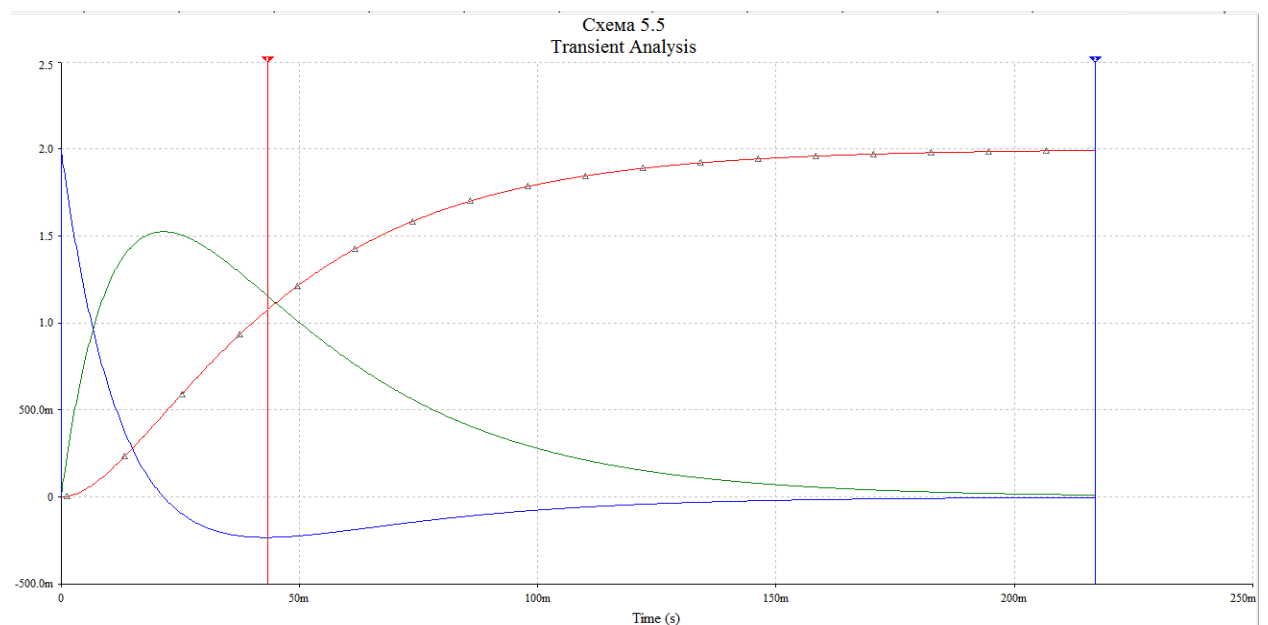
График переходных характеристик для периодического процесса аперидического характера:



Значения :

Transient Analysis			
	V (7)	V (5)	V (1)
x1	6.6479m	6.6479m	6.6479m
y1	71.1641m	957.0933m	971.7426m
x2	21.7566m	21.7566m	21.7566m
y2	482.4275m	1.5247	-7.1212m
dx	15.1088m	15.1088m	15.1088m
dy	411.2634m	567.6004m	-978.8638m
1/dx	66.1867	66.1867	66.1867
1/dy	2.4315	1.7618	-1.0216
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	217.0000m	217.0000m	217.0000m
min y	0.0000	0.0000	-232.4986m
max y	1.9920	1.5248	1.9996
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Точки(+ ткон) :



Значения(+ ткон):

Transient Analysis			
	V (7)	V (5)	V (1)
x1	43.3118m	43.3118m	43.3118m
y1	1.0763	1.1562	-232.4820m
x2	216.9621m	216.9621m	216.9621m
y2	1.9920	11.1212m	-3.0735m
dx	173.6503m	173.6503m	173.6503m
dy	915.6410m	-1.1450	229.4084m
1/dx	5.7587	5.7587	5.7587
1/dy	1.0921	-873.3247m	4.3590
min x	0.0000	0.0000	0.0000
max x	217.0000m	217.0000m	217.0000m
min y	0.0000	0.0000	-232.4986m
max y	1.9920	1.5248	1.9996
offset x	0.0000	0.0000	0.0000
offset y	0.0000	0.0000	0.0000

Вывод: при проведении частотного анализа при разных значениях $C1$ было выяснено, что при увеличении ёмкости $C1$ характер периодического процесса, будучи до изменения колебательным, становится апериодическим. Также при увеличении $C1$, скорость протекания переходного процесса становится ниже.