



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)
НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

ОТЧЕТ

По лабораторной работе №4

Название: Мультивибратор на основе операционного усилителя с интегрирующей RC-цепью

Дисциплина: Электроника

Студент

ИУ-426

(Группа)

С.В.Астахов

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

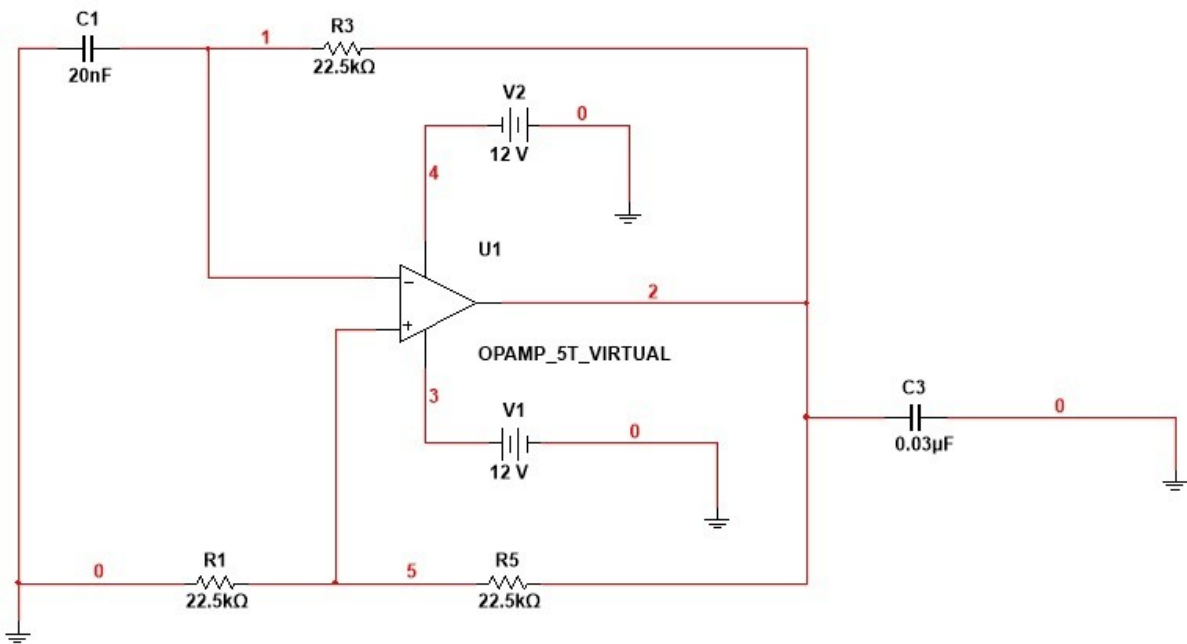
(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Москва, 2021

Исходные данные

		Нагрузочный конденсатор		Нагрузочный конденсатор	
		C ₁ , нФ	C ₂ , нФ	C ₃ , нФ	C ₄ , нФ
		20	40	0.03	0.1
Делитель напряжения		Хранирующая RC-цепь		Делитель напряжения	
R ₁ , кОм	R ₂ , кОм	R ₃ , кОм	R ₄ , кОм	R ₅ , кОм	R ₆ , кОм
22.5	45	22.5	22.5	22.5	45



Исходная схема

OPAMP_5T_VIRTUAL

Label Display Value Fault Pins Variant User fields

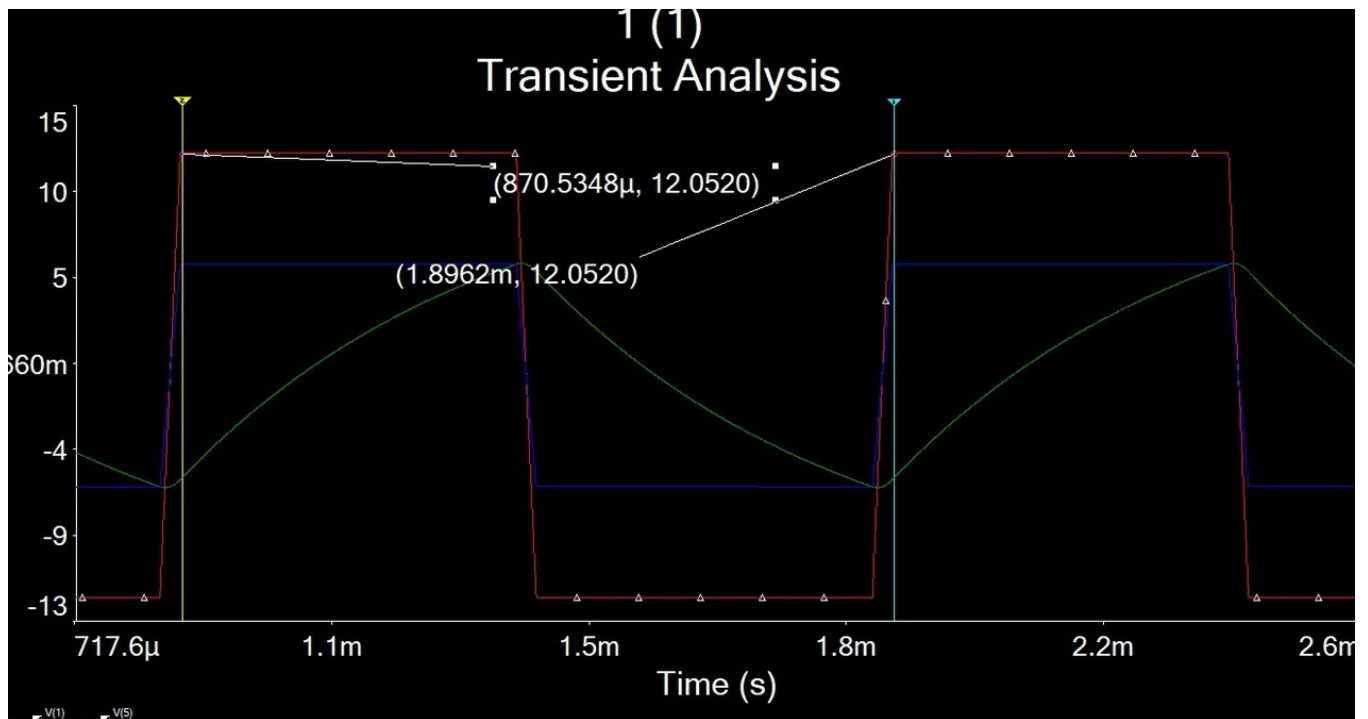
Input offset voltage (VOS):	1	mV
Input bias current (IBS):	80	nA
Input offset current (IOS):	20	nA
Differential mode voltage gain:	200	kV/V
Unity-gain bandwidth (FU):	100	MHz
Slew rate (SR):	1	MV/sec
CMRR (in dB):	100	
Output short circuit current:	25	mA
Input resistance (RI):	10	MΩ
Output resistance (RO):	10	Ω

Replace OK Cancel Help

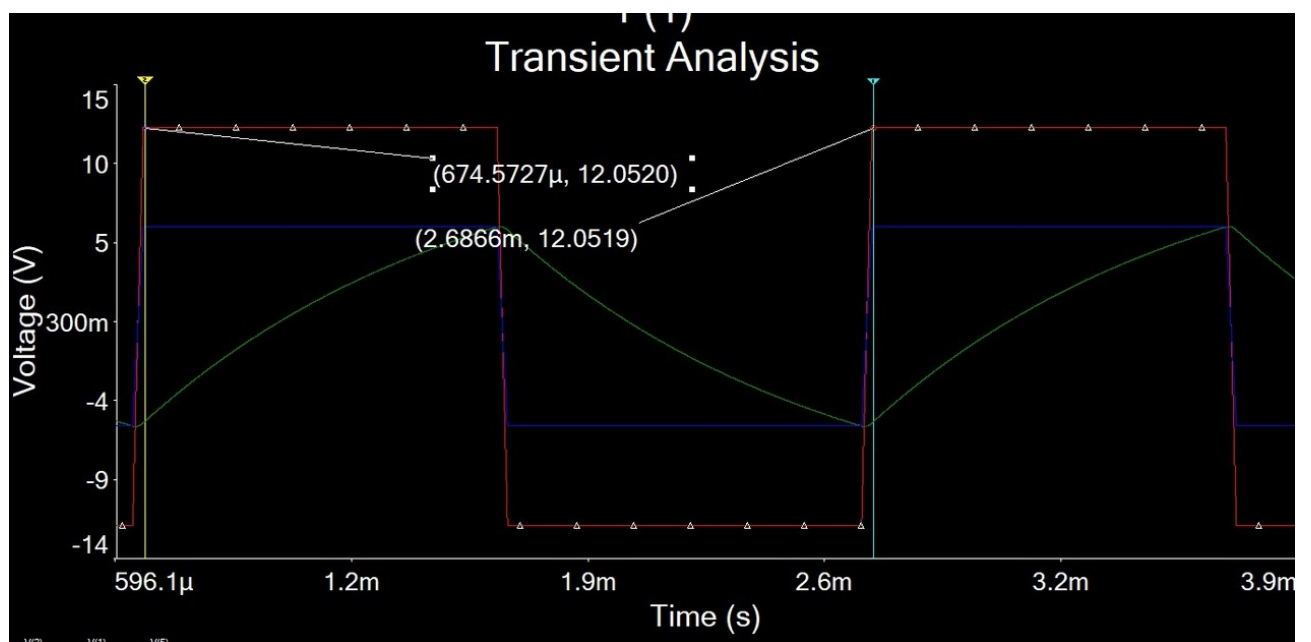
Параметры операционного усилителя

Исследуем влияния постоянной времени хранирующей RC-цепи на период генерируемых колебаний.

Определим из графика величину периода:



Период импульсов с C1



Период импульсов с C2

Рассчитаем аналитически:

При условии $|U_{\text{вых}}| = |U_{\text{вх}}| \rightarrow T = 2 \cdot C_1 \cdot R_3 \cdot \ln(1 + 2 \cdot R_1 / R_5)$

Занесем значения в таблицу и найдем относительную погрешность.

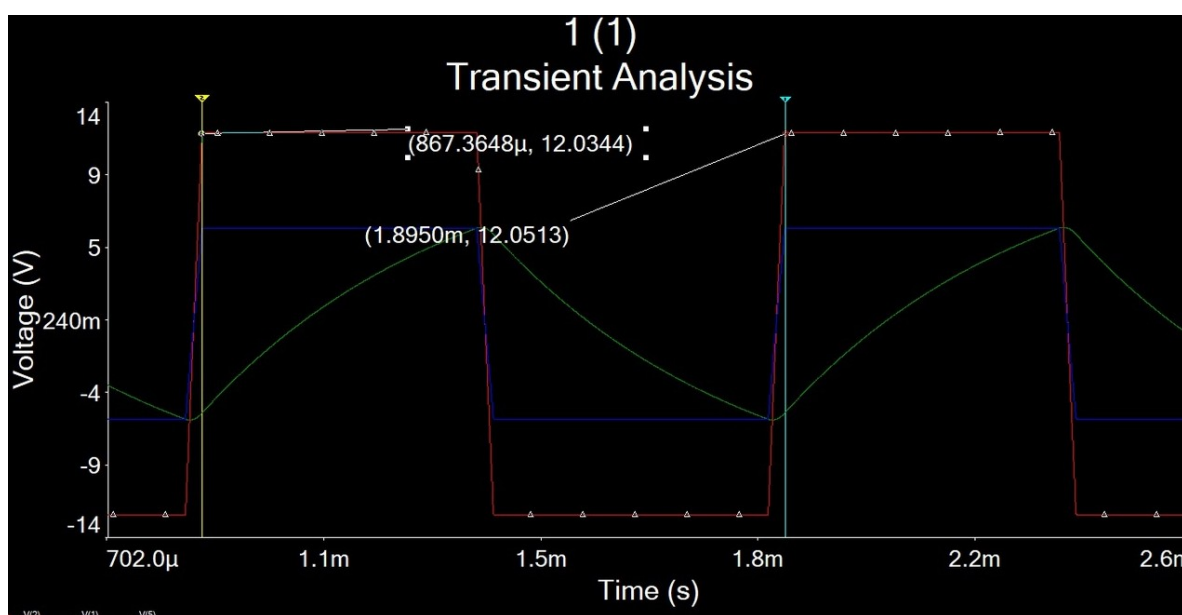
Таблица 2 - Исследование влияния постоянной времени на T

	Графически	Аналитически		
	$T, \text{сек}$	$\tau = R_3 \cdot C_1, \text{сек}$	$T, \text{сек}$	$\delta, \%$
C_1	1,02566e-03	4,5000e-03	0,9887e-03	3,7382e+00
C_2	2,01202e-03	9,000e-03	1,9775e-03	1,7456e+00

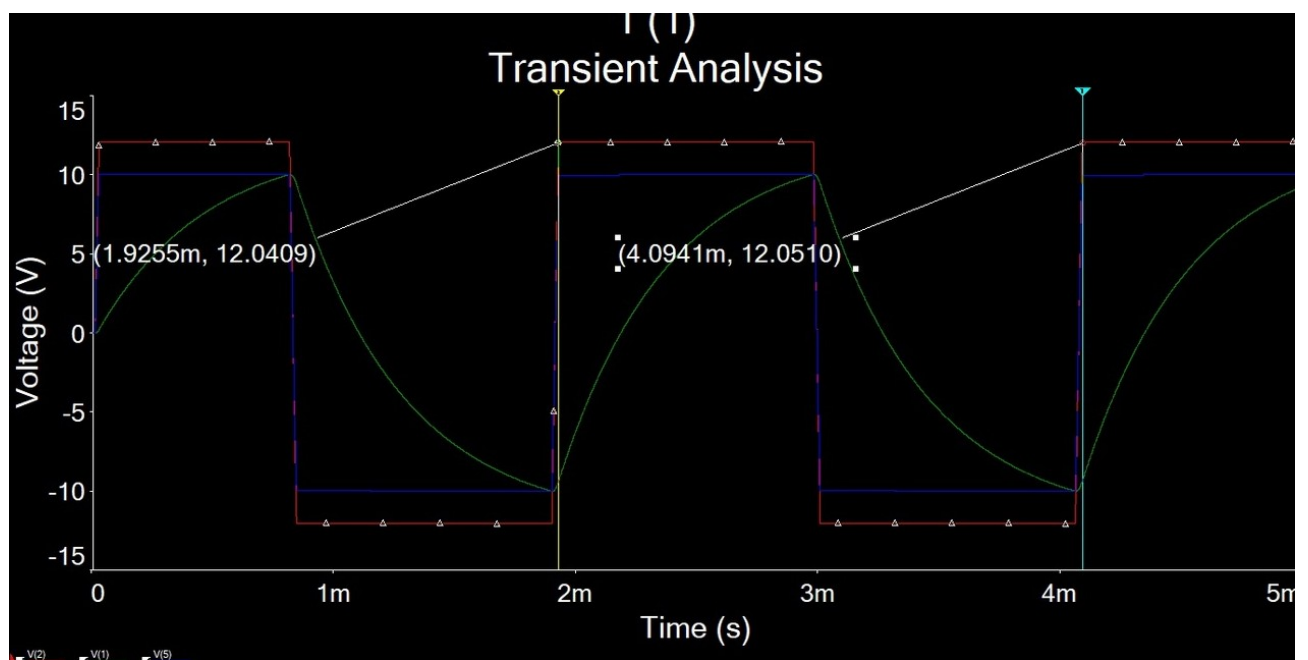
Исследование влияния коэффициента передачи β цепи положительной обратной связи на период генерируемых колебаний.

Подберем различные значения R_1 и R_5 , чтобы получить различные значение коэффициента β , который рассчитывается по формуле: $\beta = R_1 / (R_1 + R_5)$.

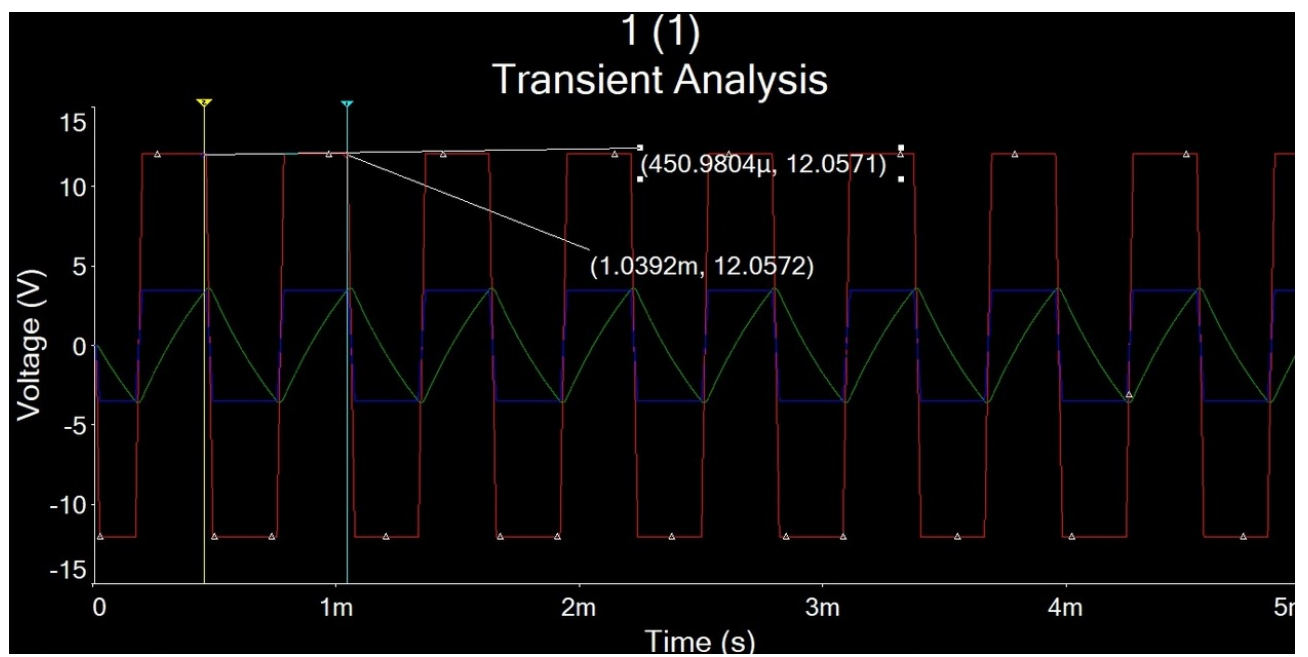
Также рассчитаем период аналитически $T = 2 \cdot C_1 \cdot R_3 \cdot \ln(1 + 2 \cdot R_1 / R_5)$ и графически и найдем относительную погрешность.



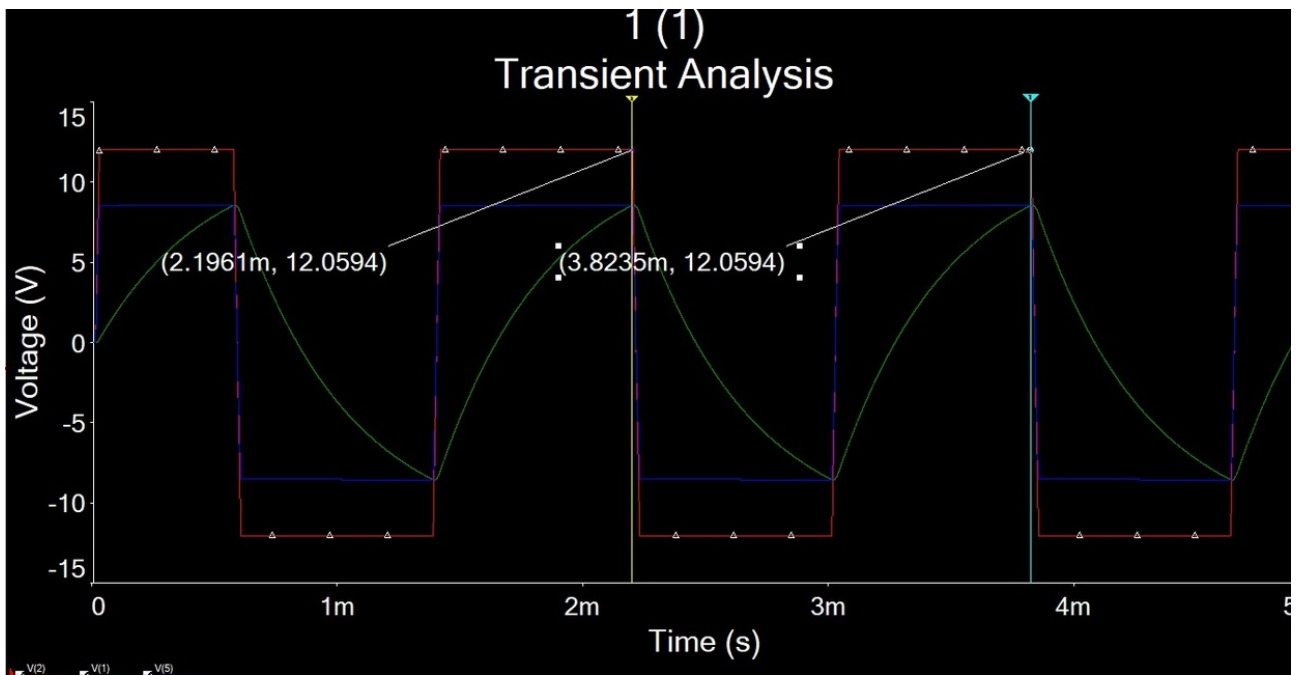
Период для $R_1 = 22.5 \text{ кОм}$ и $R_5 = 22.5 \text{ кОм}$



Период для $R_1 = 110 \text{ кОм}$ и $R_5 = 22.5 \text{ кОм}$



Период для $R_1 = 22.5 \text{ кОм}$ и $R_5 = 55 \text{ кОм}$



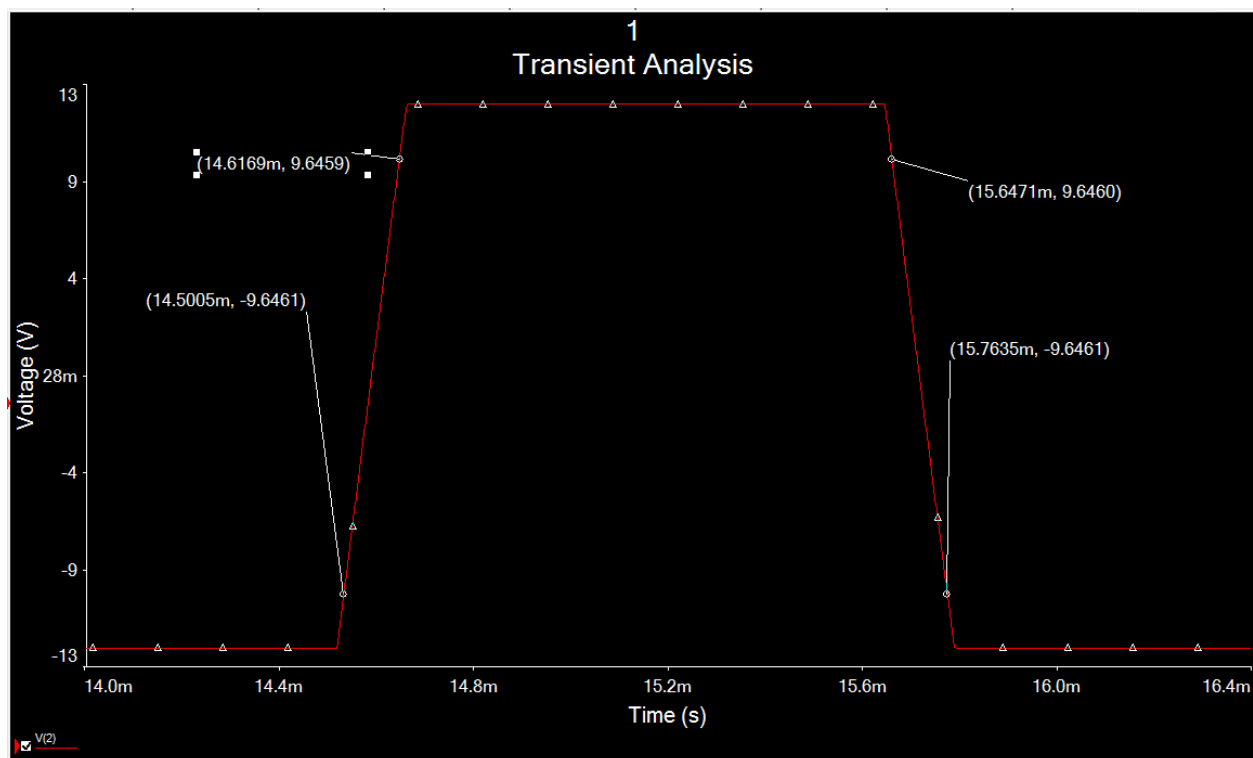
Период для $R_1 = 55 \text{ кОм}$ и $R_5 = 22.5 \text{ кОм}$

Исследование влияния коэффициента передачи на период T

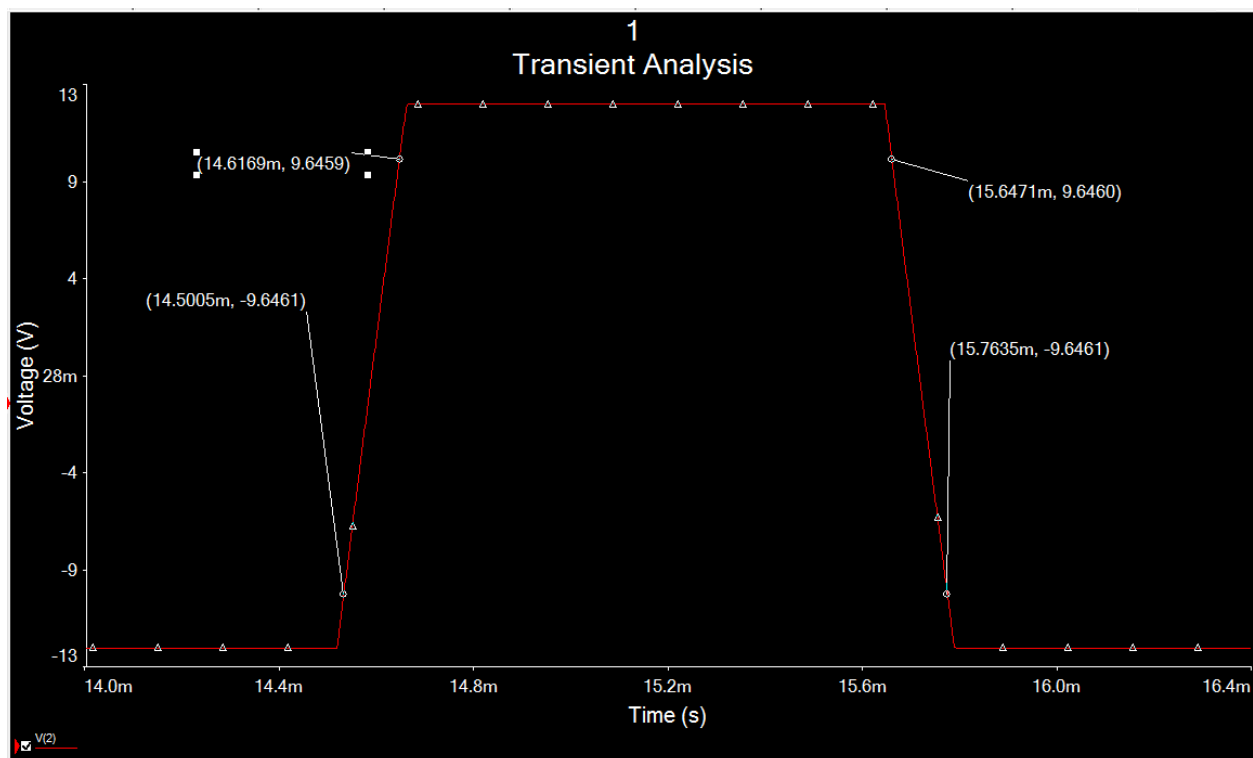
$R_1, \text{кОм}$	$R_5, \text{кОм}$	β	$T_{\text{вычисл}}, \text{сек}$	$T_{\text{граф}}, \text{сек}$	$\delta, \%$
22.5	55	2,9032e-01	0,5380e-03	0,5892e-03	9,5167e+00
22.5	22.5	5,0000e-01	0,9887e-03	1,0281e-03	3,9850e+00
55	22.5	7,0967e-01	1,5955e-03	1,6274e-03	1,9999e+00
110	22.5	8,3018e-01	2,1397e-03	2,1686e-03	1,3506e+00

Исследуем влияния ёмкости нагрузочного конденсатора на длительность фронта и среза выходных импульсов генератора.

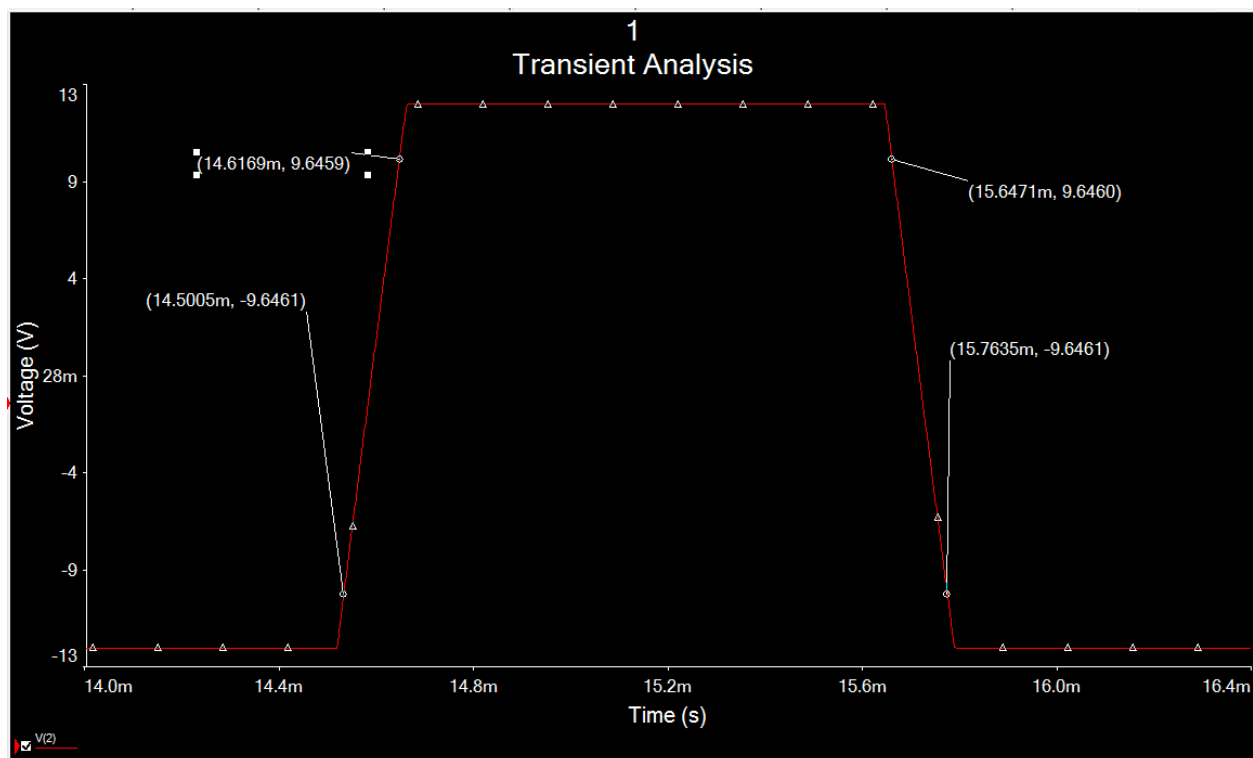
Из графиков найдем τ фронта и τ среза для цепей с $C_3 = 0.03 \text{ мкФ}$, 0.1 мкФ , 0.25 мкФ , 0.5 мкФ .



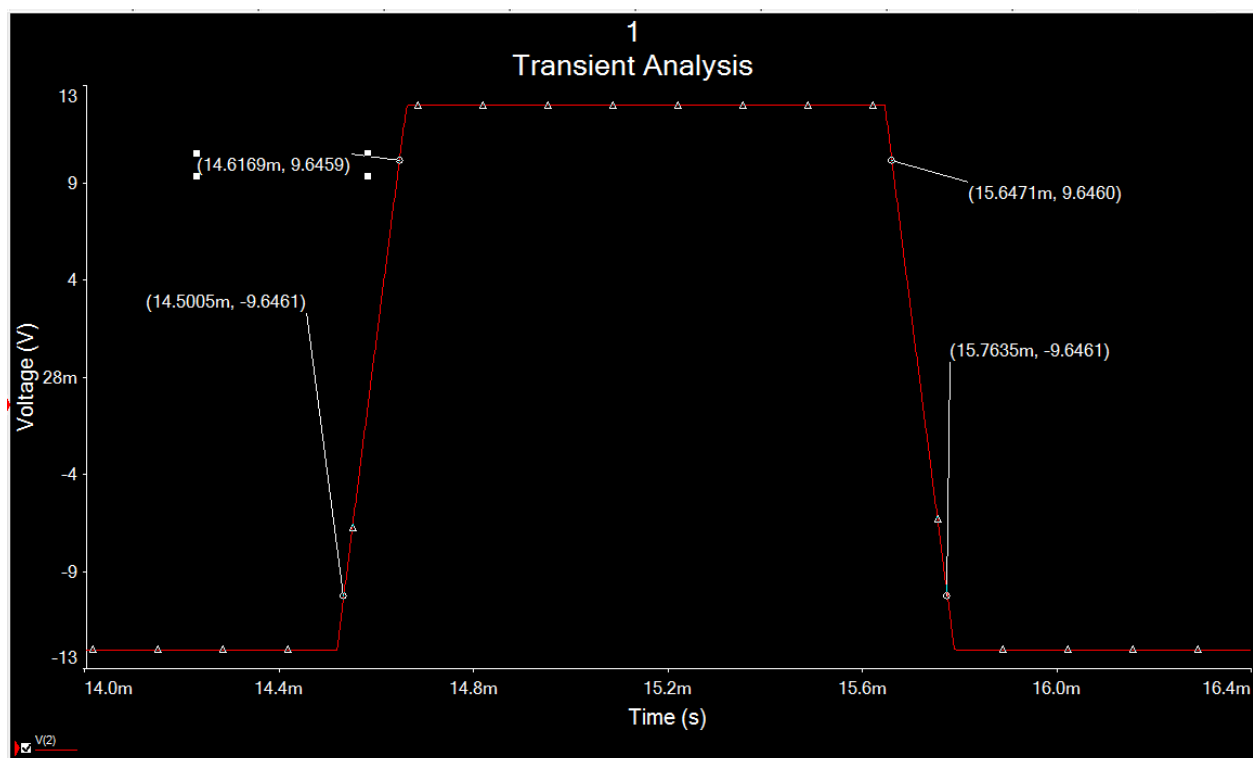
Импульс напряжения цепи нагрузки для нахождения $\tau_{\text{фронта}}$ и $\tau_{\text{среза}}$ ($C_3 = 0.03 \text{ мкФ}$)



Импульс напряжения цепи нагрузки для нахождения $\tau_{\text{фронта}}$ и $\tau_{\text{среза}}$ ($C_3 = 0.1 \text{ мкФ}$)



Импульс напряжения цепи нагрузки для нахождения $\tau_{\text{фронта}}$ и $\tau_{\text{среза}}$ ($C_3 = 0.25 \text{ мкФ}$)



Импульс напряжения цепи нагрузки для нахождения $\tau_{\text{фронта}}$ и $\tau_{\text{среза}}$ ($C_3 = 0.5 \text{ мкФ}$)

Найдем $\tau_{\text{конд}}$ по формуле: $\tau_k = C_{\text{нагр}} * R_{\text{вых}}$, где $R_{\text{вых}}$ - выходное сопротивление усилителя Output resistance (RO) =10 Ом.

Исследование влияния ёмкости нагрузочного конденсатора на длительность фронта и среза выходных импульсов генератора.

$C3, \text{ мкФ}$	$\tau_{\text{конд}}, \text{ сек}$	$\tau_{\text{ф}}, \text{ сек}$	$\tau_{\text{ср}}, \text{ сек}$
0,03	1,500e-06	1,164e-04	1,163e-04
0,1	5,000e-07	3,880e-05	3,880e-05
0,25	2,500e-06	1,940e-04	1,941e-04
0,5	5,000e-06	3,885e-04	3,885e-04

Вывод: в данной лабораторной работе мы исследовали влияние постоянной времени на период генерируемых колебаний, влияние коэффициента передачи β цепи положительной обратной связи на период генерируемых колебаний и влияние емкости нагрузочного конденсатора на длительность фронта и среза выходных импульсов генератора