

Лабораторная работа №7 ДО

Переходные процессы в RC и RL цепях.

Подготовка к работе

1. Временные характеристики цепей первого порядка.

Группа A-08-19Студент Балашов

Лабораторная работа №7 ДО

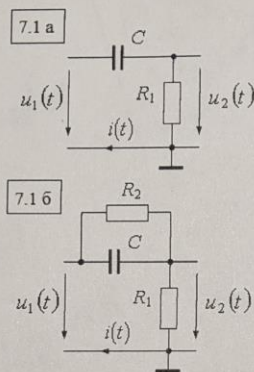
Переходные процессы в RL и RC цепях.

Подготовка к работе

1. Временные характеристики цепей первого порядка.

1.1. Расчет выходного напряжения $u_2(t)$ в интервалах импульса и паузы входного напряжения $u_1(t)$ прямоугольной формы.

Четный вариант



Нечетный вариант

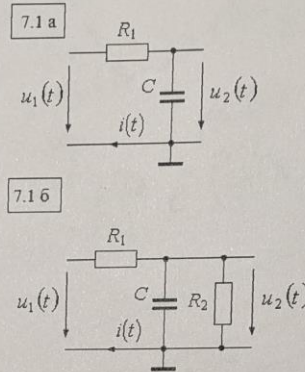
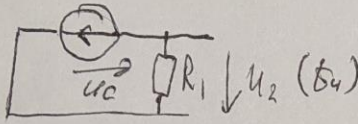
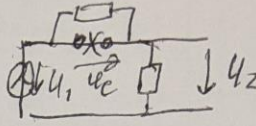


Схема а	Схема б
<p>Импульс $u_1 = 1B$</p> <p>1) $u_c(0_-) = 0B$</p> <p>2) $u_2(\infty) = 0B$</p> <p>3) $\tau = R_{\text{экв}} C$ $R_{\text{экв}} = R_1$, $\tau = R_1 C = \frac{t}{2}$</p> <p>4) $u_2(t) = u_2(\infty) + A_1 e^{-\frac{t}{\tau}}$ $u_2(t) = A_1 e^{-\frac{t}{\tau}}$ $u_2(0) = A_1$</p> <p>5) $u_c(0_+) = u_c(0_-) = 0B$ $u_2(0_+) = u_1 = 1B$</p> <p>6) $A_1 = u_2(0_+) = 1B$</p> <p>7) $u_2(t) = A_1 e^{-\frac{t}{\tau}}$ $u_2(t) = 1 e^{-\frac{t}{R_1 C}}$ $u_2(t) = 1 e^{-\frac{t}{1}}$</p>	<p>Импульс $u_1 = 1B$</p> <p>1) $u_c(0_-) = 0B$</p> <p>2) $u_2(\infty) = \frac{u_1 R_1}{R_1 + R_2} = \frac{4 \cdot R_1}{R_1 + R_2} = 0,65B$</p> <p>3) $\tau = R_{\text{экв}} C$ $R_{\text{экв}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 730,159 \Omega$ $\tau = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} C$</p> <p>4) $u_2(t) = u_2(\infty) + A_1 e^{-\frac{t}{\tau}}$ $u_2(0) = 0,65 + A_1$</p> <p>5) $u_c(0_+) = u_c(0_-) = 0B$</p> <p>6) $u_2(0_+) = u_1 = 1B$</p> <p>7) $u_2(t) = u_2(0_+) - A_1 e^{-\frac{t}{\tau}} = 1 - 0,35 e^{-\frac{t}{\tau}}$ $u_2(t) = 1 - 0,35 e^{-\frac{t}{730,159 C}}$</p>

<p>Пауза $u_1 = 0 \text{ В}$</p> <p>1) $u_c(t_{u-}) = u_c(t_{u-}) = 1 \text{ В}$</p> <p>2) $u_2(\infty) = 0$</p> <p>3) $\tau = R_{\text{экв}} C = R_1 C = \frac{t-t_u}{\tau}$</p> <p>4) $u_2(t) = u_2(\infty) + A_2 e^{-\frac{(t-t_u)}{\tau}}$ $u_2(t) = A_2 e^{-\frac{(t-t_u)}{\tau}}$ $u_2(t_u) = A_2$</p> <p>5) $u_c(t_{u+}) = u_c(t_{u-}) = 1 \text{ В}$</p>  <p>6) $A_2 = u_2(t_{u+}) = u_c(t_{u+}) = 1 \text{ В}$</p> <p>7) $u_2(t) = 1 \cdot e^{-\frac{t-t_u}{R_1 C}}$</p>	<p>Пауза $u_1 = 0 \text{ В}$</p> <p>1) $u_c(t_{u-}) = \frac{u_1(0-) \cdot R_2}{R_1 + R_2}$</p> <p>2) $u_2(\infty) = 0$</p>  <p>3) $\tau = R_{\text{экв}} C$; $R_{\text{экв}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ $\tau = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} C$</p> <p>4) $u_2(t) = u_2(\infty) + A_2 e^{-\frac{(t-t_u)}{\tau}}$ $\Rightarrow A_2 = u_2(t_u)$</p> <p>5) $u_c(t_{u+}) = u_c(t_{u-}) = 1 \text{ В} = \frac{1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$</p> <p>6) $A_2 = \frac{1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$</p> <p>7) $u_2(t) = \frac{1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} e^{-\frac{(t-t_u)}{(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}) C}}$</p>
--	---

Результаты расчета

	импульс			пауза		
	ННУ	$u_{2\text{уст}}$	$u_2(0)$	ННУ	$u_{2\text{уст}}$	$u_2(t_n)$
Схема а	$u_c(0-) = 0 \text{ В}$	$u_2(\infty) = 0$	$u_0 = 1 \text{ В}$	$u_c(t_{u-}) = u_c(t_{u+}) = 1 \text{ В}$	0 В	1 В
Схема б	$u_c(0-) = 0 \text{ В}$	$u_2(\infty) = 0,365 \text{ В}$	$0,365 \text{ В}$	$u_c(t_{u-}) = u_c(t_{u+}) = \frac{1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$	0 В	$\frac{1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

Результат расчета $u_2(t)$ записать в виде системы: отдельные выражения для импульса и для паузы.

Схема а

$$u_2(t) = \begin{cases} 1 - e^{-\frac{t}{R_1 C}}, & 0 \leq t < t_u \\ e^{-\frac{t-t_u}{R_1 C}}, & t_u \leq t \leq t_n \end{cases}$$

Схема б

$$u_2(t) = \begin{cases} 0,365 e^{-\frac{t}{(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}) C}}, & 0 \leq t < t_u \\ \frac{1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} e^{-\frac{t-t_u}{(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}) C}}, & t_u \leq t \leq t_n \end{cases}$$

Графики для случая $t_n = t_{\text{п}} = 6\tau$.

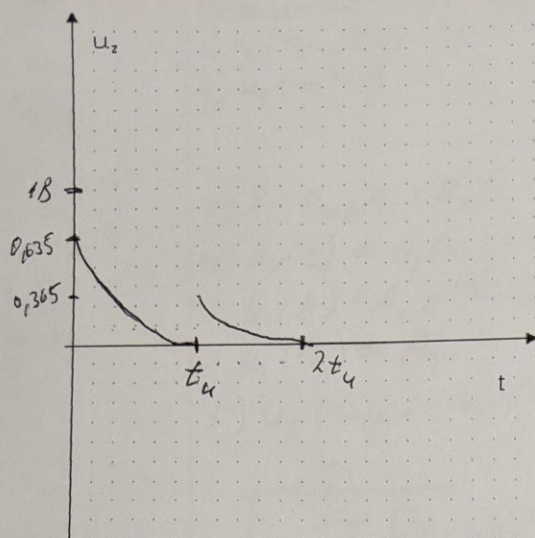


Схема 8

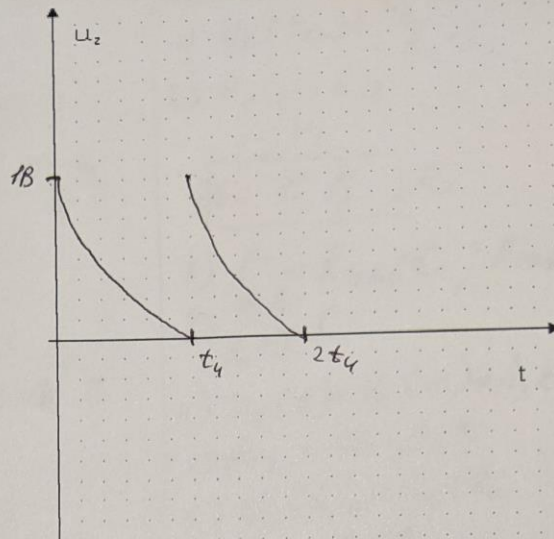


Схема 9

1.2. Определение постоянных времени τ .

Параметры схемы.

$R_1 = R_{\text{пер}} + 1000 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ кОм}$, $C = (5 + 0.1M) \text{ нФ}$, M – номер группы, N – номер студента в журнале.

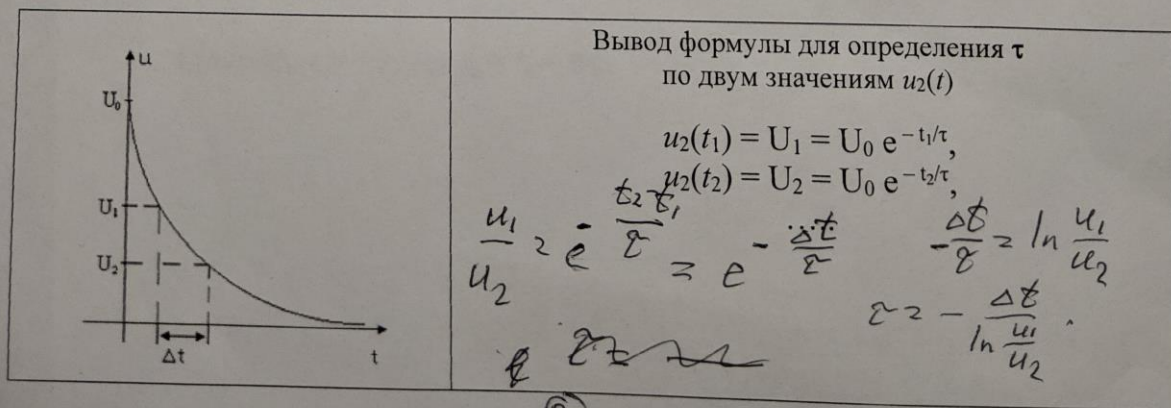
N	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
$R_{\text{пер}}, \text{Ом}$	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700

$M = 8$, $N = 4$, $C = (5 + 0.1M) \text{ нФ} = 5.8 \text{ нФ}$, $R_{\text{пер}} = 150 \text{ Ом}$,

$R_1 = R_{\text{пер}} + 1000 \text{ Ом} = 1150 \text{ Ом}$

τ	формула	значение
Схема а	$R_1, C = 1150 \cdot 5.8 \cdot 10^{-9}$	$6.67 \cdot 10^{-6}$
Схема б	$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}, C = \frac{1150 \cdot 2000}{1150 + 2000} \cdot 5.8 \cdot 10^{-9}$	$4.235 \cdot 10^{-6}$

Вывод формулы для расчета постоянной времени τ по двум произвольным значениям напряжения $u_2(t)$, отстоящим друг от друга на расстоянии Δt , в интервале паузы (по свободной составляющей $u_2(t) = U_0 e^{-t/\tau}$).



Рабочее задание

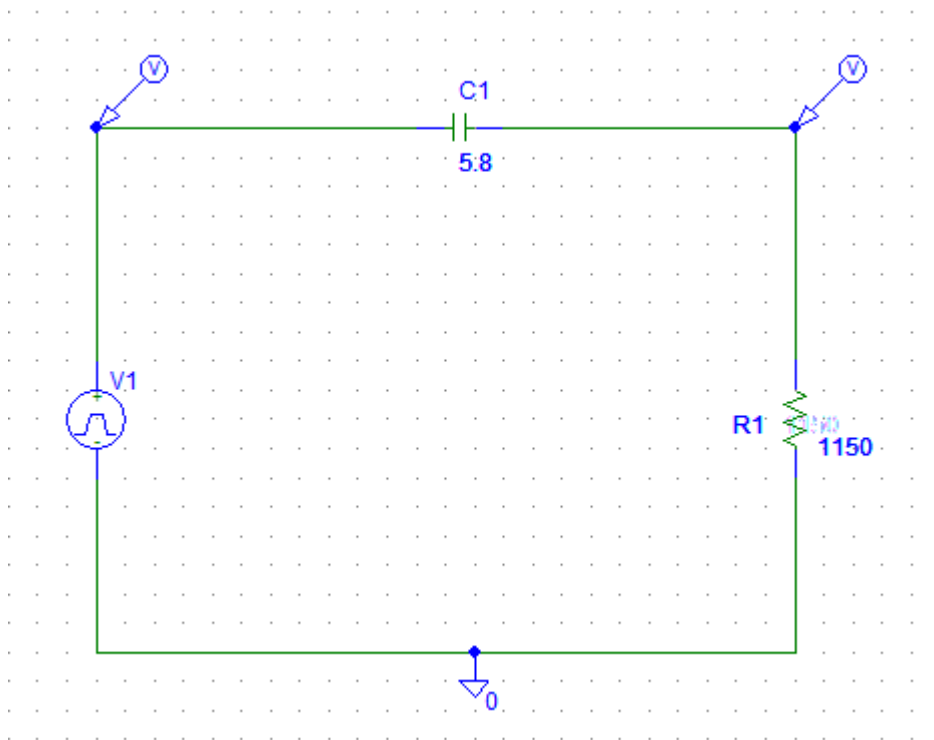
2. Экспериментальное определение импульсной функции цепи.

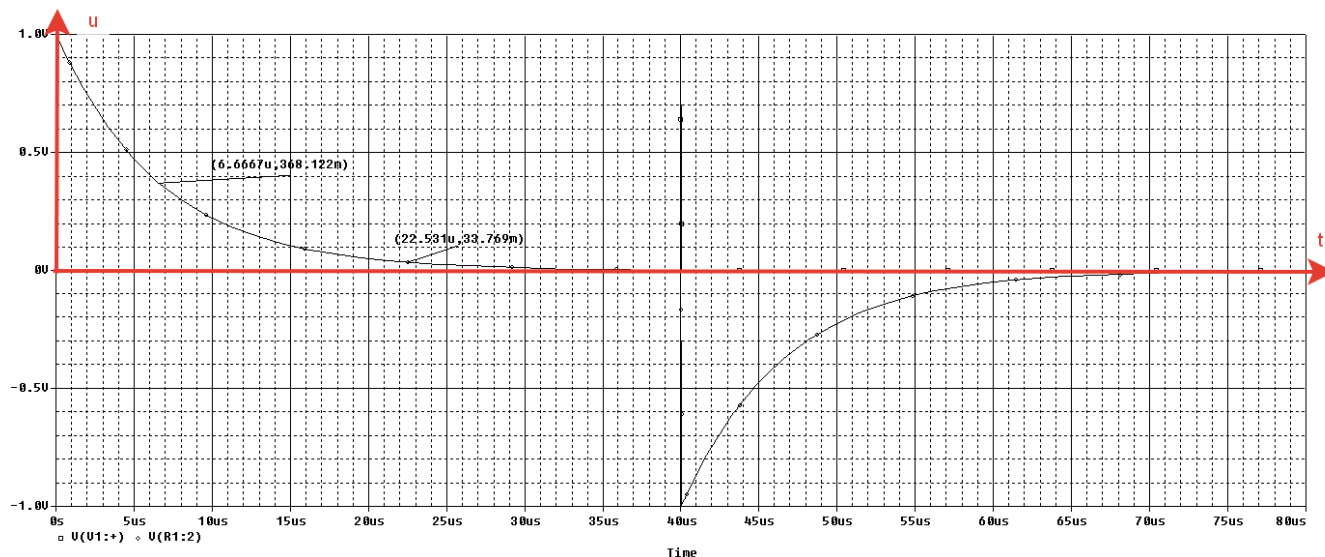
2.1. Собрать виртуальную схему рис. 7.1 а в соответствии с вариантом. Провести расчет импульсной функции, сохранить результаты в электронном виде. Амплитуду источника напряжения установить 1 В, а период рассчитать для длительности импульса, равной шести постоянным времени этой цепи $t_n = 6 \tau_1$ ($t_n = t_n = 0.5T$). На полученной характеристике с помощью курсора и маркера курсора определить установившиеся значения напряжения $u_2(t)$ в интервалах импульса и паузы, а также постоянную времени цепи в интервале паузы (по свободной составляющей) двумя способами.

$$t_n = 6 \tau_1 = 40 \text{ мкс}, T = 2 t_n = 80 \text{ мкс}.$$

$$M = \underline{8}, N = \underline{4},$$

$$R_1 = 1000 + 150 = 1150 \text{ Ом}, C = 5 + 0.1 \cdot 8 = 5.8 \text{ нФ}.$$





Результаты измерений.

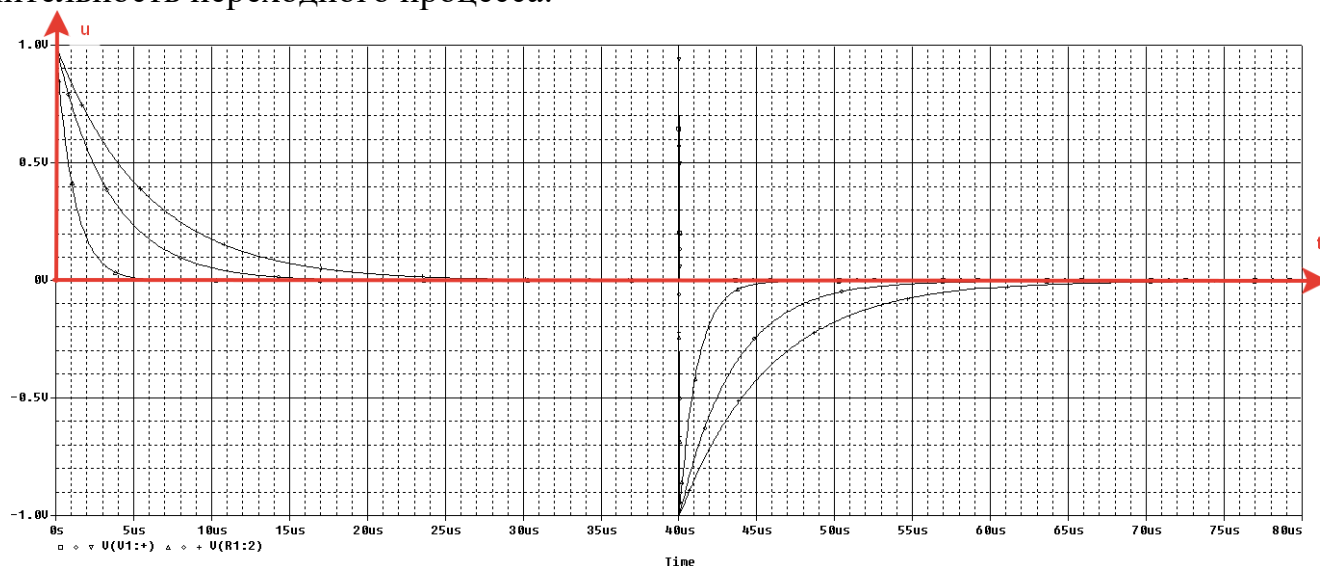
	$U_{2уст}$ (импульс)	$U_{2уст}$ (пауза)	U_1	U_2	U_3 (НЧФ)	Δt
Единицы измерения	В	В	В	В		мкс
Значение	0	0	0,368122	0,033769		15,8643

Расчет τ .

$$\tau = \Delta t / \ln(U_1/U_2) = 15.8643 \cdot 10^{-6} / (\ln(0.368122/0.033769)) = 6.64 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

Теоретическое значение	По уменьшению экспоненты в е раз	По двум значениям экспоненты
6.67 мкс	15,8643 мкс	6,64 мкс

2.2. Рассчитать переходной процесс в цепи при изменении емкости конденсатора от 1 нФ до 5 нФ с шагом 2 нФ. Результаты сохранить в электронном виде. Сделать вывод о влиянии емкости конденсатора на постоянную времени цепи и длительность переходного процесса.

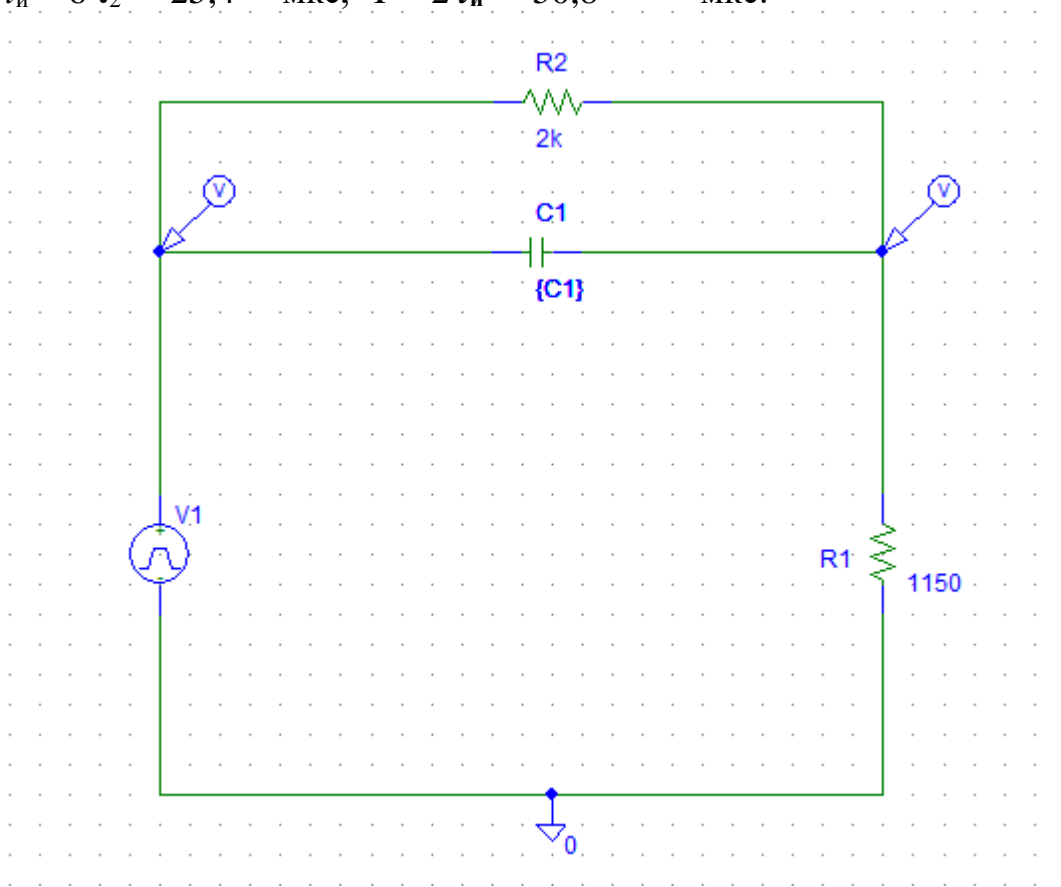


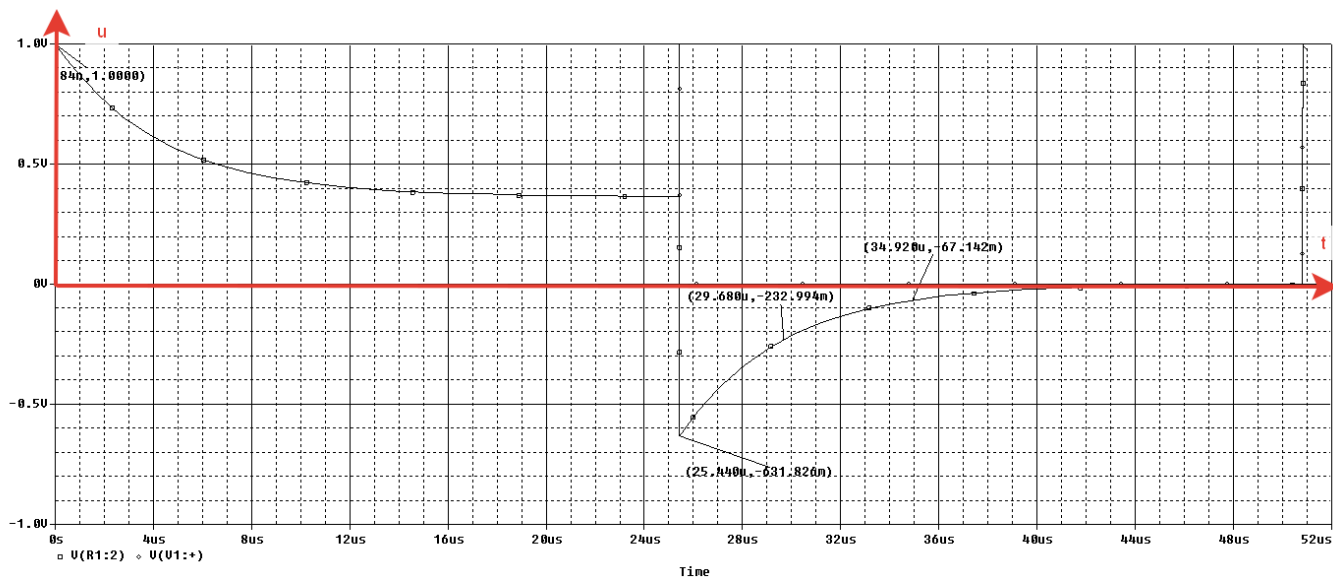
Вывод о влиянии емкости конденсатора на постоянную времени цепи и длительность переходного процесса:

Чем больше емкость конденсатора, тем быстрее происходит переходный процесс и устанавливается постоянное значение u

2.3. Собрать виртуальную схему рис. 7.1 б и провести расчет импульсной функции, сохранить результаты в электронном виде. Амплитуду источника напряжения установить 1 В, а период рассчитать для длительности импульса, равной шести постоянным времени этой цепи $t_{\text{и}} = 6 \tau_2$ ($t_{\text{и}} = t_{\text{п}} = 0.5T$). На полученной характеристике с помощью курсора и маркера курсора определить установившиеся значения напряжения $u_2(t)$ в интервалах импульса и паузы, а также постоянную времени цепи в интервале паузы (по свободной составляющей) двумя способами.

$$t_{\text{и}} = 6 \tau_2 = 25,4 \text{ мкс}, T = 2 t_{\text{и}} = 50,8 \text{ мкс}.$$





Результаты измерений.

	$u_{2\text{уст}}$ (импульс)	$u_{2\text{уст}}$ (пауза)	U_1	U_2	Δt
Единицы измерения	мВ	мВ	мВ	мВ	мкс
Значение	368,174	0	-232,994	-67,142	4,24

Расчет τ .

$$\tau = \Delta t / \ln(U_1/U_2) = 4,24 \cdot 10^{-6} / (\ln(-232,994/-67,142)) = 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

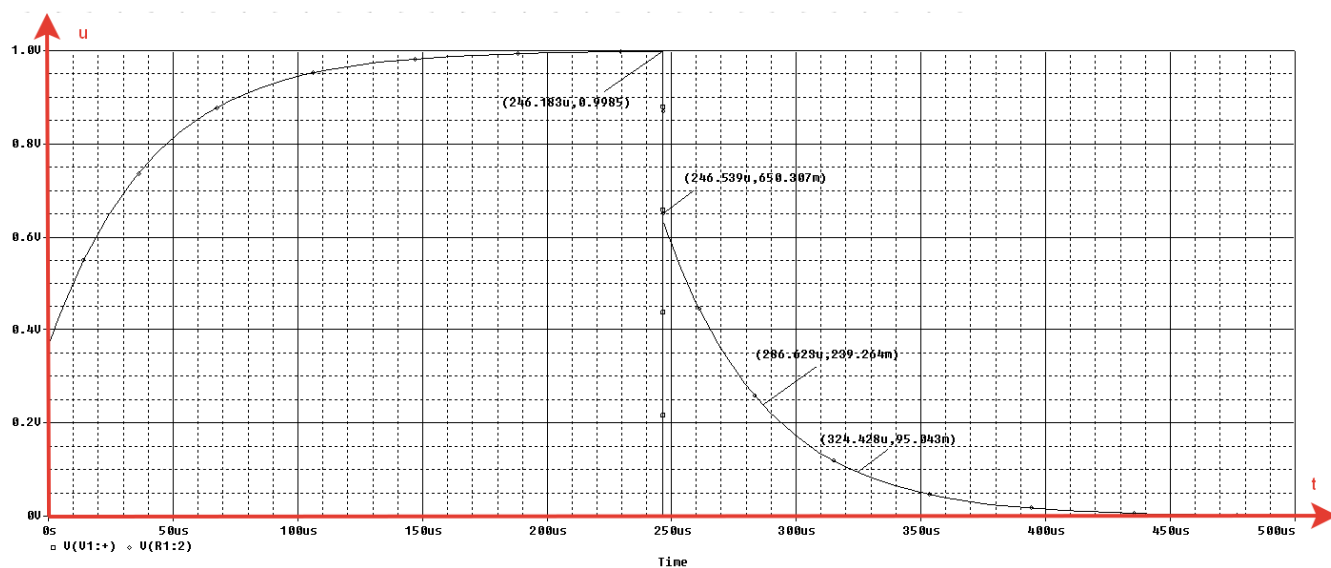
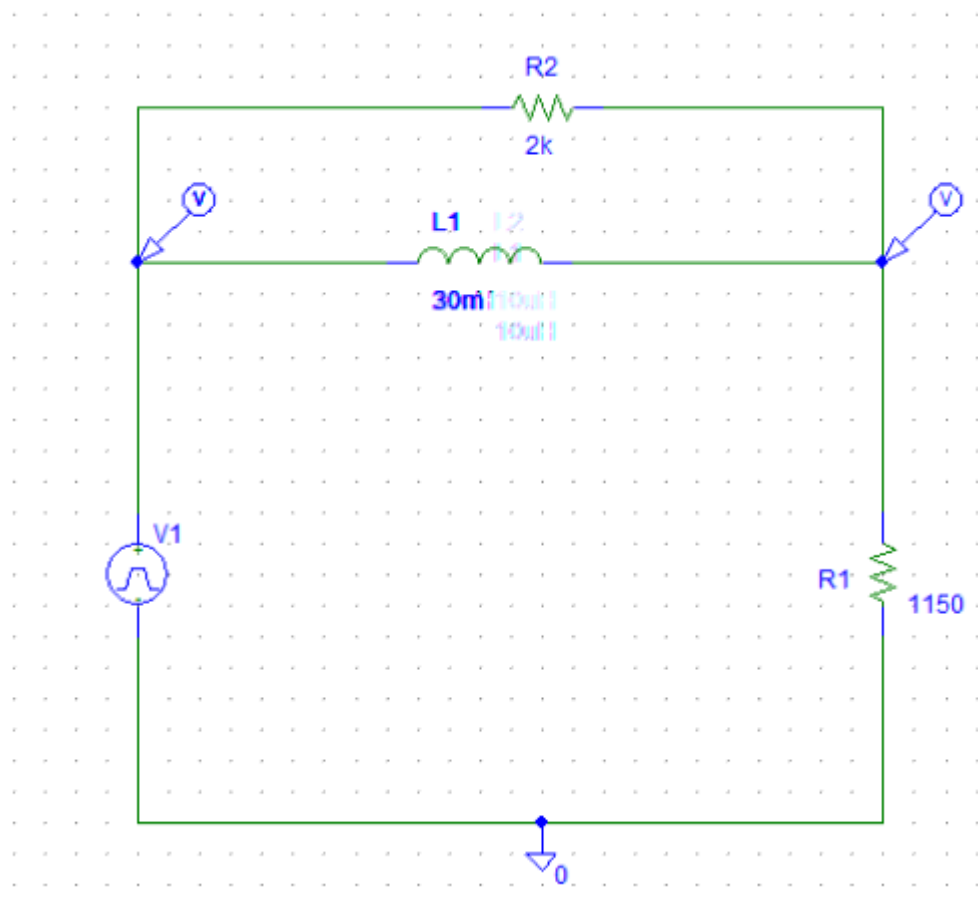
Теоретическое значение	По уменьшению экспоненты в е раз	По двум значениям экспоненты
4,235 мкс	4,24	3,4 мкс

2.4. В цепи рис. 7.16 заменить конденсатор индуктивной катушкой с индуктивностью $L = (20 + M + 0.5N)$ мГн (M – номер группы, N – номер студента в журнале). Рассчитать для этой схемы τ_3 – постоянную времени цепи. Провести расчет импульсной функции, сохранить результаты в электронном виде. Амплитуду источника напряжения установить 1 В, а период рассчитать для длительности импульса, равной шести постоянным времени этой цепи $t_n = 6 \tau_3$ ($t_n = t_{\text{п}} = 0.5T$). На полученной характеристике с помощью курсора и маркера курсора определить установившиеся значения напряжения $u_2(t)$ в интервалах импульса и паузы, а также постоянную времени цепи в интервале паузы (по свободной составляющей) двумя способами.

$$M = 8, N = 4, L = 10 + 8 + 0.5 \cdot 2 = 30 \text{ мГн}$$

$$\tau_3 = L / (R_1 R_2 / (R_1 + R_2)) = 41 \text{ мкс}$$

$$t_n = 6 \tau_3 = 246.5 \text{ мкс}, T = 2 t_n = 493 \text{ мкс}$$



Результаты измерений.

	$U_{2уст}$ (импульс)	$U_{2уст}$ (пауза)	U_1	U_2	Δt
Единицы измерения	В	В	мВ	мВ	мкс
Значение	1	0	239,264	95,043	37,805

Расчет τ .

$$\tau = \Delta t / \ln(U_1/U_2) = 37,805 \cdot 10^{-6} / (\ln(239,264/95,043)) = 40,9 \text{ мкс}$$

Теоретическое значение	По уменьшению экспоненты в е раз	По двум значениям экспоненты
41	37,805	40,9