

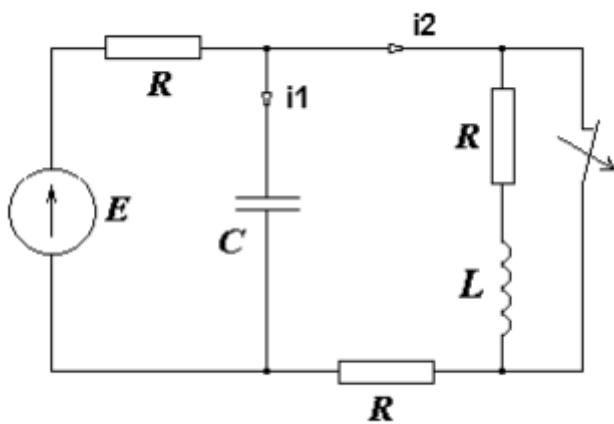
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА
ЭКОНОМИКИ»

Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова

Образовательная программа
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
Домашняя работа No2
по дисциплине
«Теория электрических цепей»

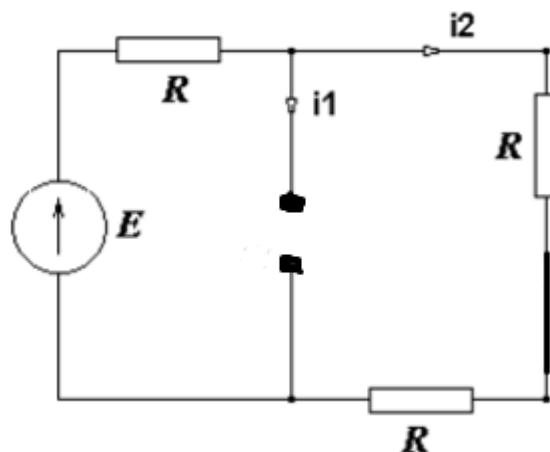
Выполнил:
студент 2 курса
группы БИТ 201
Ан Денис
Преподаватель:
Рябов Н.И

Москва 2021



R	R1	R2	L	C	E	J
Ом			мГн	мкФ	В	А
10	40	5	20	200	100	10

1. Найду принужденные составляющие токов, то есть рассчитаю значения токов в установившемся режиме. В нем действует постоянная ЭДС, значит, токи и напряжения будут постоянными, а следовательно, емкость представляет собой разрыв цепи (ток равен нулю), а индуктивность – короткое замыкание (напряжение равно нулю).

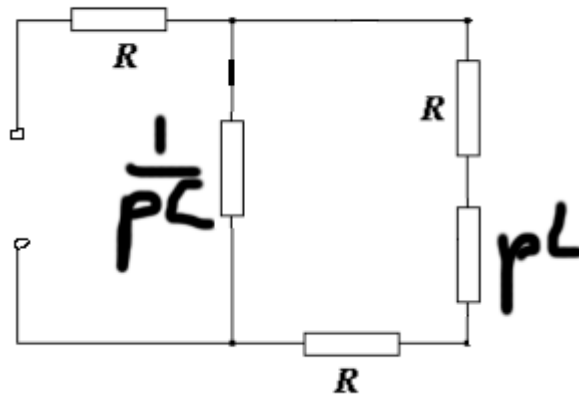


В этой схеме

$$i_{1 \text{ пр}} = 0 \text{ A}$$

$$i_{2 \text{ пр}} = \frac{E}{3R} = \frac{100}{3 * 10} = \frac{10}{3} \text{ A}$$

2. Определим общий вид свободных составляющих. Для этого составлю характеристическое уравнение схемы, пользуясь методом входного сопротивления (разрываем источник, считаем общее сопротивление Z , считая $R_L = pL$, $R_C = 1/pC$, затем приравниваем его к нулю).



$$Z = R + \frac{\frac{1}{pC}(2R + pL)}{\frac{1}{pC} + 2R + pL} = 0$$

$$\frac{R + 2R^2pC + p^2RLC + 2R + pL}{1 + 2R^2pC + p^2CL} = 0$$

$$p^2(RLC) + p(2R^2C + L) + 3R = 0$$

$$0,00004p^2 + 0,06p + 30 = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = -0,0012$$

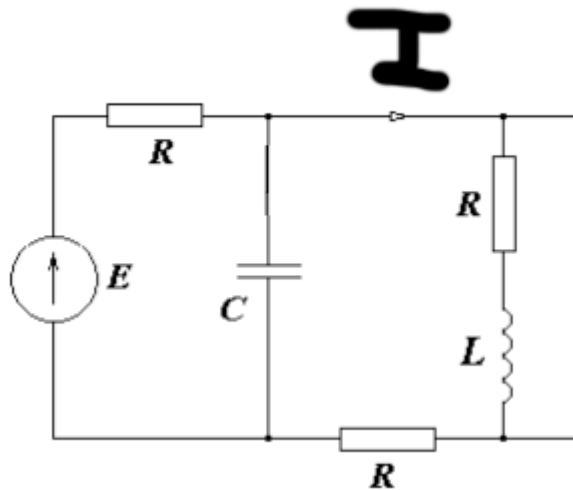
$$\sqrt{D} = \sqrt{0,0012}i = 0,034641i$$

$$p_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = -750 \pm 433,01j \text{ c}^{-1}$$

Отсюда свободная составляющая тока

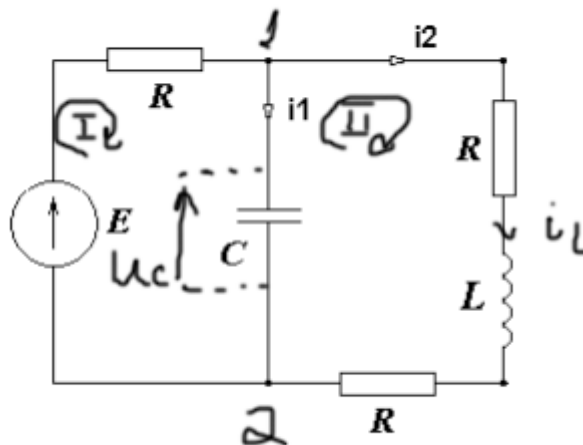
$$i_{св} = Ae^{-750t} \sin(433,01t + \varphi)$$

3. Выразу независимые начальные условия (ток на катушке и напряжение на конденсаторе, подчиняются законам коммутации). Поскольку схема до коммутации имеет вид



Ток через катушку до коммутации $i_L(0_-)=0$, напряжение на конденсаторе до коммутации $u_C(0_-)=I \cdot R = E/2R \cdot R = E/2 = 50 \text{ В}$.

4. Выразу зависимые начальные условия (необходимы для определения постоянных интегрирования), используя первый и второй законы Кирхгофа. Имею 2 узла, по 1ЗК одно уравнение, три ветви, по 2ЗК 2 уравнения.



$$\begin{cases} I: i(0) = i_1(0) + i_2(0) \\ I: i(0)R + u_C(0) = E \\ II: 2i_2(0)R + u_L(0) - u_C(0) = 0 \end{cases}$$

Учту, что $i_2(0)=i_L(0)=0$

$$\begin{cases} i(0) = i_1(0) \\ i(0)R = 50 \\ u_L(0) = u_C(0) \end{cases}$$

$$\begin{cases} i_1(0) = i(0) = 5 \\ u_C(0) = 50 \end{cases}$$

5. Найду производные тока на катушке и напряжения на конденсаторе в момент коммутации (формулы следуют из основных уравнений индуктивности и емкости):

$$i'_L(0_+) = i'_2(0_+) = \frac{u_L(0_+)}{L} = \frac{50}{20 * 10^{-3}} \frac{A}{c} = 2500 \frac{A}{c}$$

$$u'_C(0_+) = \frac{i_C(0_+)}{C} = 25000 \frac{B}{c}$$

$$i'_1(0_+) = -i'_L(0_+) = -2500 \frac{A}{c}$$

6. Вычислю константы для i_{cb} , учитывая, что

$$i = i_{cb} + i_{np}$$

$$i_1 = i_{1np} + i_{cb} = Ae^{-750t} \sin(433,01t + \varphi)$$

$$\begin{cases} i_1(0) = A \sin(\varphi) = 5 \\ i'_1(0) = -750 * A \sin(\varphi) + 433,01 * A \cos(\varphi) = -2500 \end{cases}$$

$$\begin{cases} A = -5,77 \\ \varphi = -2,1 \end{cases}$$

$$i_1 = -5,77 e^{-750t} \sin(433,01t - 2,1)$$

$$i_2 = i_{2np} + i_{cb} = \frac{10}{3} + Ae^{-750t} \sin(433,01t + \varphi)$$

$$\begin{cases} i_2(0) = \frac{10}{3} + A \sin(\varphi) = 0 \\ i'_2(0) = -750 * A \sin(\varphi) + 433,01 * A \cos(\varphi) = 2500 \end{cases}$$

$$\begin{cases} A = -\frac{10}{3} \\ \varphi = 1,57 \end{cases}$$

$$i_2 = \frac{10}{3} - \frac{10}{3} e^{-750t} \sin(433,01t + 1,57)$$

7. Определяю временную постоянную переходного процесса:

$$\tau = \frac{1}{|p_{1,2}|} = \frac{1}{866,026} = 1,155 * 10^{-3}$$

Отсюда

$$T_{\text{пер}} = 5\tau \approx 6 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

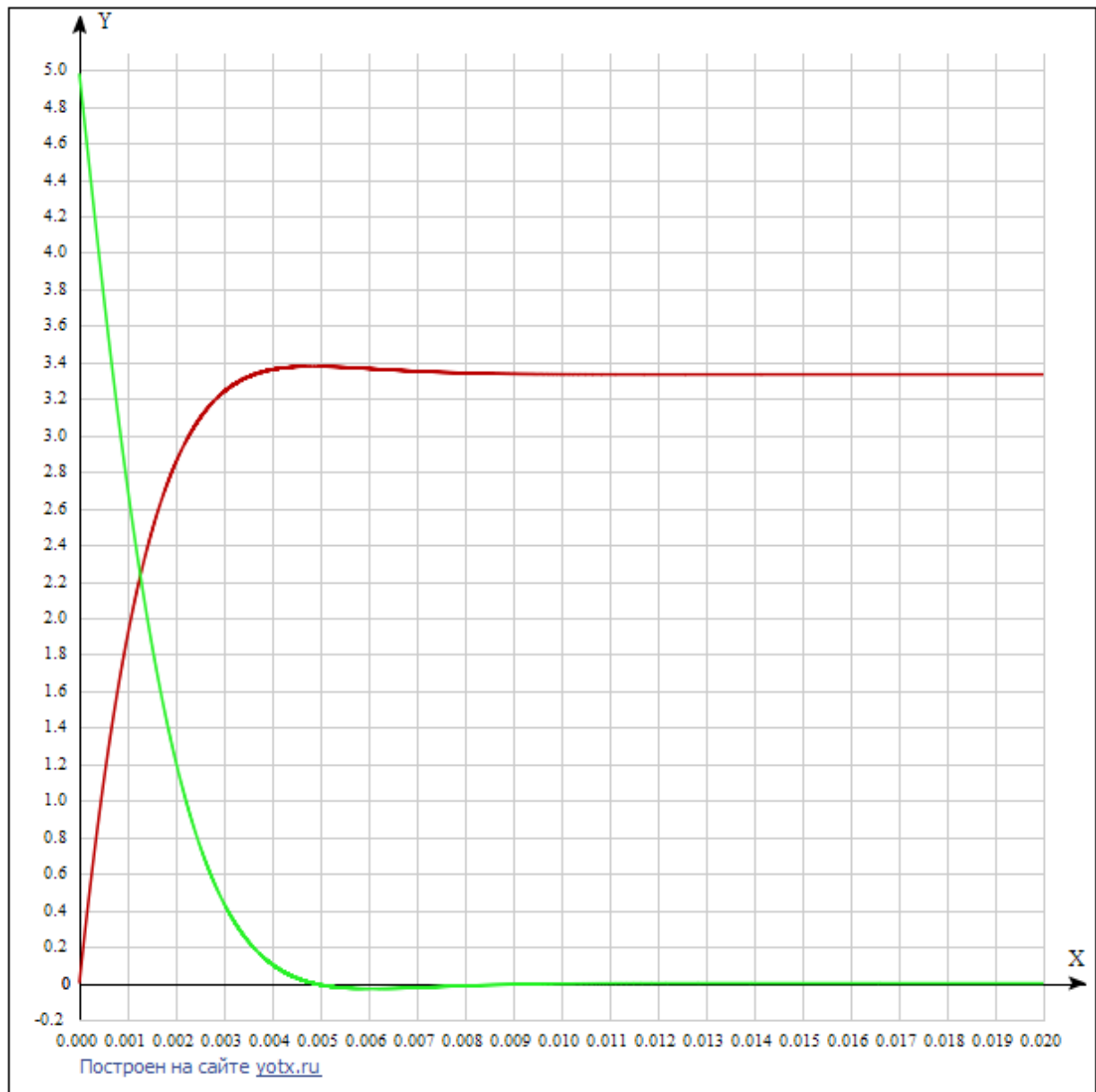
Период переходного процесса:

$$T_{\text{пер}1,2} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{346,41} = 0,015$$

Логарифмический декремент колебаний:

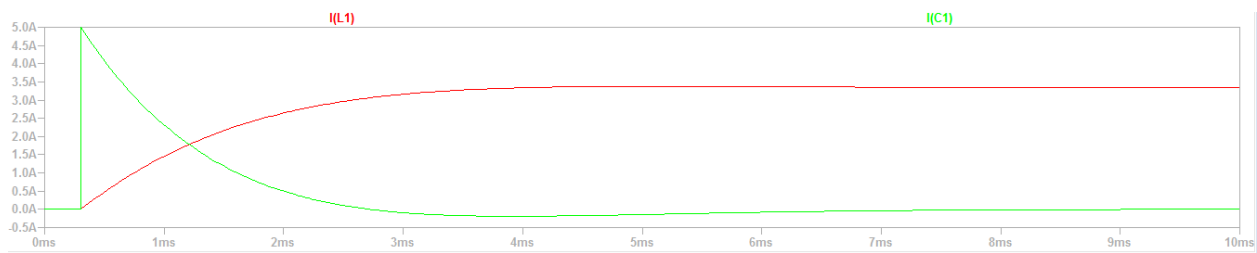
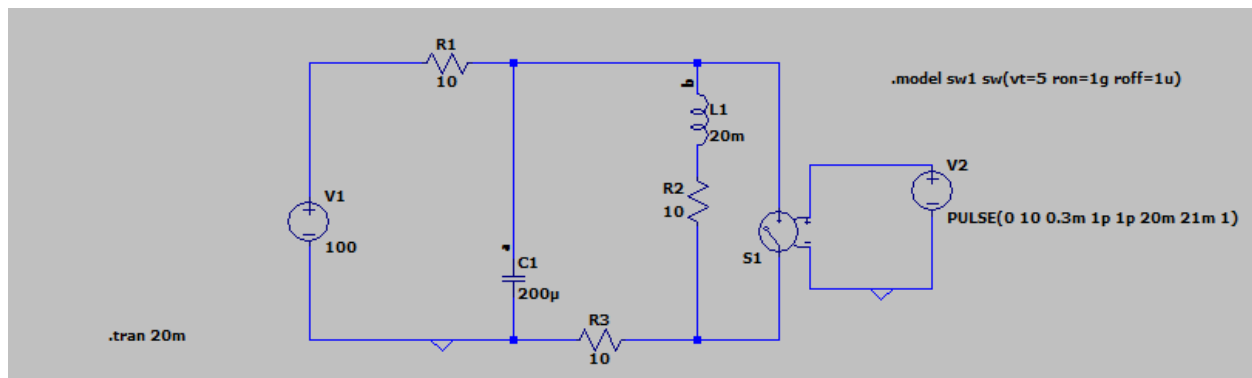
$$d = \alpha T_{\text{пер}1,2} = 11,25$$

8. Построю графики токов:



Зеленым выделен график $i_1(t)$, красным выделен график $i_2(t)$.

9. рассчитаю переходные процессы токов с помощью программы LTspice:



Полученный график сходится с построенным теоретически, следовательно, вычисления проведены верно.