ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
РАДИОТЕХНИКИ ЭЛЕКТРОНИКИ И АВТОМАТИКИ
(ТЕХНИЧЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

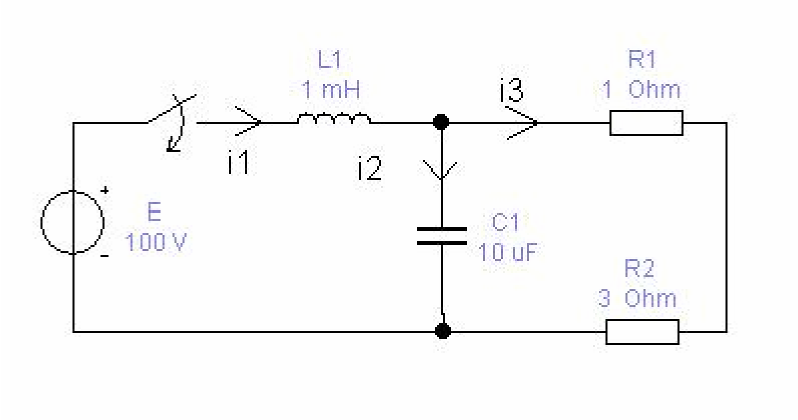
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Типовой расчет №3
Задание 3.1. Переходные процессы в
линейных электрических цепях.

Вариант №3.

Выполнил студент
гр. ВВ-2-06
Маркидонов К. А.
Преподаватель:
Лысенко В.Г.

Москва 2007



Данные задачи:
E= 100 В
L_1= 1 мГн
C_1= 10 мкФ
R_1= 1 Ом
R_2= 3 Ом

$I_2(t)$- ?
$I_3(t)$- ?

П.1. Решение цепи классическим методом.

Найдём характеристическое уравнение.
$t>0_+$

$Z_{вх} = pL_1 + [(R_1+R_2)/pC_1]/(R_1+R_2+1/pC_1) = R_{внутр} = 0$

$P^2 L_1C_1(R_1+R_2) + pL_1 + (R_1+R_2) = 0$

$D= L_1^2 – 4 L_1C_1(R_1+R_2)^2 = 3{,}6*10^{-7}$

$p_1= - 5000$
$p_2= - 20000$

Для проверки, найдём корни методом алгебраизации.

Составим систему уравнений.

$i_1(t) – i_2(t) – i_3(t) = 0$

$$L_1\cdot\left(\frac{d}{dt}i_1\right) + 1/C_2*\int i_2\,dt = E$$

$$L_1\cdot\left(\frac{d}{dt}i_1\right) + i_3(t)*(R_1+R_2) = E$$

Этой системе соответствует следующая система:

$i_{1св}(t) – i_{2св}(t) – i_{3св}(t) = 0$

$pL_1i_{1св} + 1/(pC_2)\, i_{2св}(t) = 0$

$pL_1i_{1св} + i_{3св}(t)*(R_1+R_2) = 0$

Найдём определитель матрицы
$$\left|\begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 \\ p\cdot L_1 & \dfrac{1}{C_2\cdot p} & 0 \\ p\cdot L_1 & 0 & R_1 + R_2 \end{pmatrix}\right|$$

Он равен
$$\frac{R_1 + R_2 + p^2\cdot L_1\cdot C_2\cdot R_1 + p^2\cdot L_1\cdot C_2\cdot R_2 + p\cdot L_1}{C_2\cdot p}$$

Приравняв числитель к нулю и решив квадратное уравнение

$4*10^{-8}*p^2+10^{-3}p+4=0$
Получим корни уравнения
$p_1= - 5000$
$p_2= - 20000$

Составим таблицу, наглядно показывающую значения токов и напряжений в до коммутационный, после коммутационный и установившийся режимах.

	i_1	i_2	i_3	U_L	U_C
0_+	0	0	0	0	0
0_-	0	**0**	**0**	**100**	0
∞	25	0	25	0	100

Строку времени до коммутации заполняем исходя из того, что вся цепь была обесточена.

По законам коммутации учитываем, что $i_1(0_+)=i_1(0_-)$, ток в катушке не может меняться скачком, и $U_C(0_+)=U_C(0_-)$, т.е. то, что напряжение на конденсаторе не может меняться скачком.

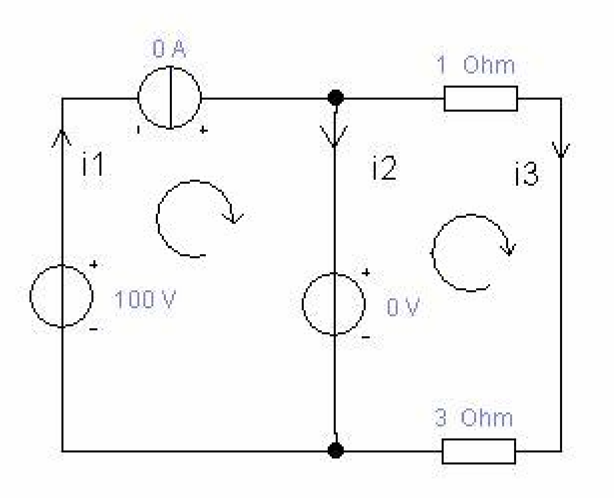
Схему в установившемся режиме рассчитываем как обычную цепь. Ток $i_2=0$, т.к. постоянный ток через конденсаторе не течёт, а подение напряжения на катушке равно нулю. Если ток во второй ветви равен нулю, то 1-я и 3-я ветви есть одна ветвь, и ток в ней рассчитывается по формуле:

$i_1=i_2=E/(R_1+R_2)= 25$ А

Напряжение же на конденсаторе численно равно ЭДС.

Для подсчета оставшихся значений, обозначенных жирным шрифтом воспользуемся схемой в которой произведена замена катушек и конденсаторов на источники тока и ЭДС.

При этом ток $J= i_1(0_-)$, а падение напряжения на источнике тока равно $U_L(0_+)$. А $E_c= U_C(0_-)$.



Составим систему уравнений по законам Кирхгофа.

$i_1(0_+) – i_2(0_+) – i_3(0_+) = 0$

$U_L(0_+)=E– E_C$

$I_3(0_+)*(R_1+R_2)= E+ E_C$

Эта система позволяет найти третий и второй токи, а так же напряжение в цепи в послекоммутационный период.

Теперь мы можем найти токи.

Общий вид решения будет

$I_2(t)= i_{2пр}+A_1e^{-5000t}+ A_2e^{-20000t}$

$I_3(t)= i_{3пр}+A_1e^{-5000t}+ A_2e^{-20000t}$

Прим.: Принужденные компоненты токов, это значение токов в промежуток времени равный бесконечности.

Для нахождения постоянных интегрирования составим системы уравнений.

$I_2(0_+)= i_{2пр}+A_1+ A_2$

$U_L(0_+)= L(pA_1+ pA_2)$

Из этой системы можно найти, что $A_1= – A_2 = 6,667$

$I_3(0_+)= i_{3пр}+A_1+ A_2$

$d/dt\ (i_3(0_+))= pA_1+ pA_2$

Отсюда $A_1= -4A_2 = -33.334$ и $A_2 = 8,334$

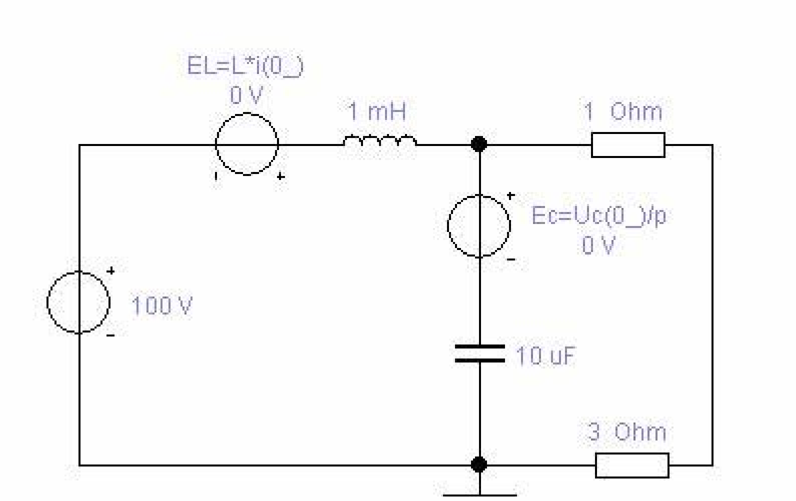
В итоге мы получаем ответ

$I_2(t)= 0 +6,667e^{-5000t} – 6,667A_2e^{-20000t}$

$I_3(t)= 25–33.334e^{-5000t}+ 8,334A_2e^{-20000t}$

П.2. Расчет схемы операторным методом.

Для использования метода необходимо построить операторную схему замещения.



Рассчитаем эту схему по методу МДУ.

$$\Phi_a = \frac{\frac{E}{p \cdot p \cdot L}}{\left[\frac{1}{(R_1 + R_2)}\right] \cdot \left(p \cdot C + \frac{1}{p \cdot L}\right)}$$

$\Phi_a = 400/(p(4*10^{-8}p^2+10^{-3}p+4))$

$I_2(p)=(\Phi_a - \Phi_b - E_c)*pC=400pC/(p(4*10^{-8}p^2+10^{-3}p+4))= N(p)/M(p)$

$I_3(p)= (\Phi_a - \Phi_b)/(R_1+R_2) =100/(p(4*10^{-8}p^2+10^{-3}p+4))= N(p)/M(p)$

$M(p)=0$

$P_0=0$
$P_1= -5000$
$P_2= -20000$

Для тока I_2

$N(0)=0$
$N(p1)= -20$
$N(p2)= - 80$

M\`(0)=4
M\`(p1)=-3
M\`(p2)= 12

При этом для тока I_3 N(0)=N(p1)=N(p2)= 100

Окончательно получаем, что

$$I_2(t)= 0/4 +20/3e^{-5000t} – 80/12A_2e^{-20000t}$$

$$I_3(t)= 100/4–100/3e^{-5000t}+ 100/12A_2e^{-20000t}$$

При переводе в десятичные дроби получим ответ эквивалентный полученному классическим методом:

$$I_2(t)= 0 +6,667e^{-5000t} – 6,667A_2e^{-20000t}$$

$$I_3(t)= 25–33.334e^{-5000t}+ 8,334A_2e^{-20000t}$$

График зависимости тока $I_3(t)$ от времени

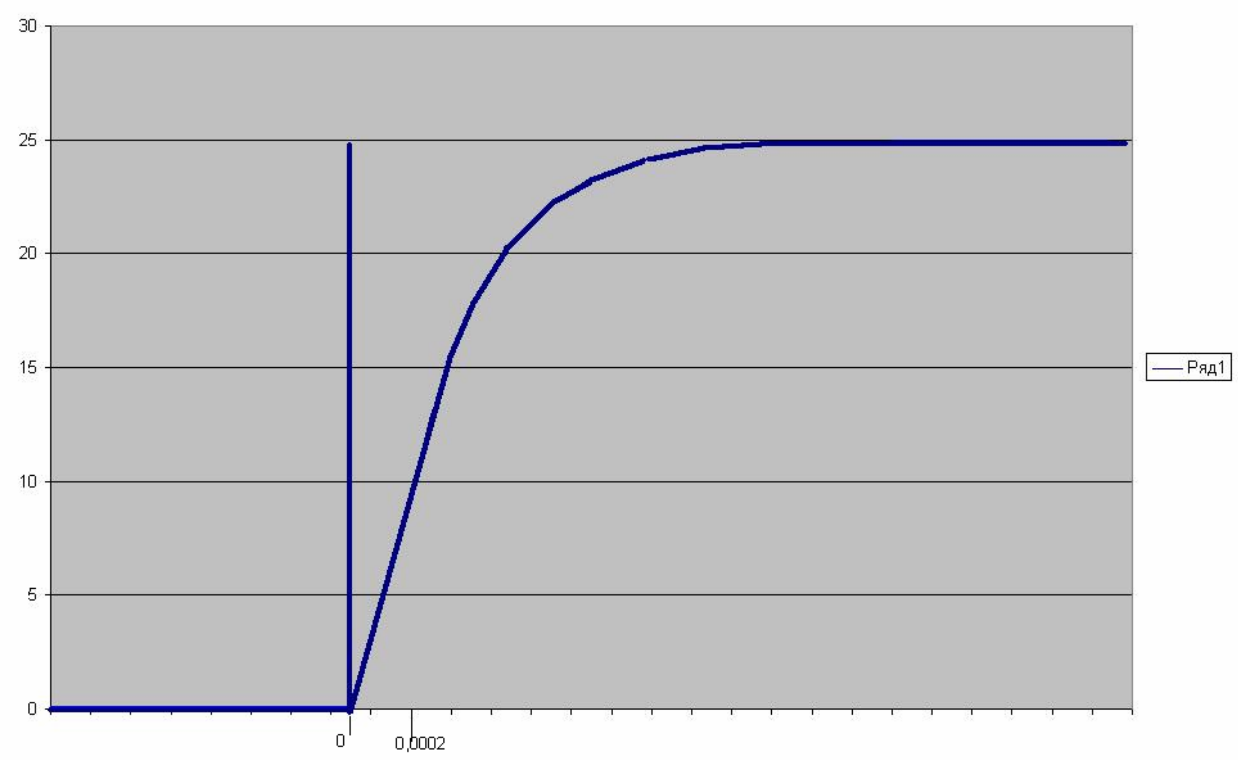


График зависимости тока $I_2(t)$ от времени

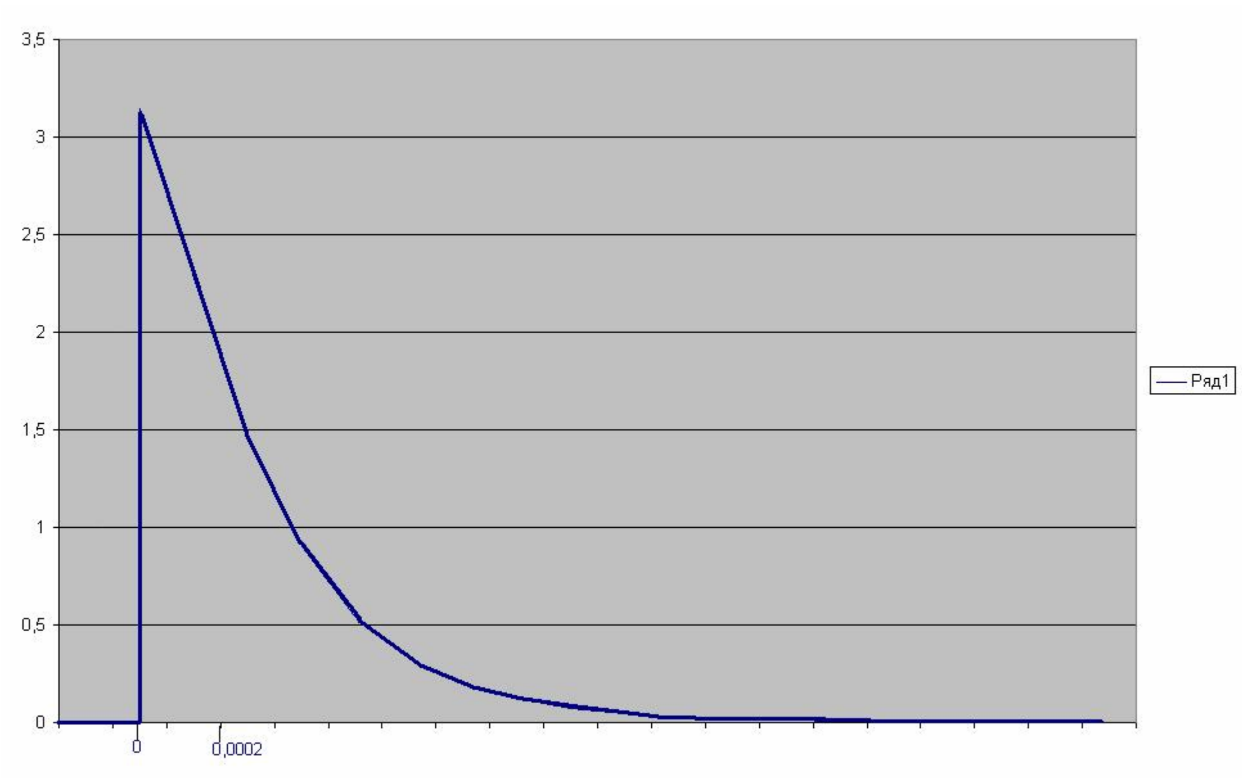


График тока сделан не правильно, просьба напрячь жопу и сделать как надо. Ток идёт из точки (0.0) достигает экстремума при y=25 и потом только идёт в 0 как показано на графике, короче… пририсуйте слева бугор!