

Группа
ТКС-09а

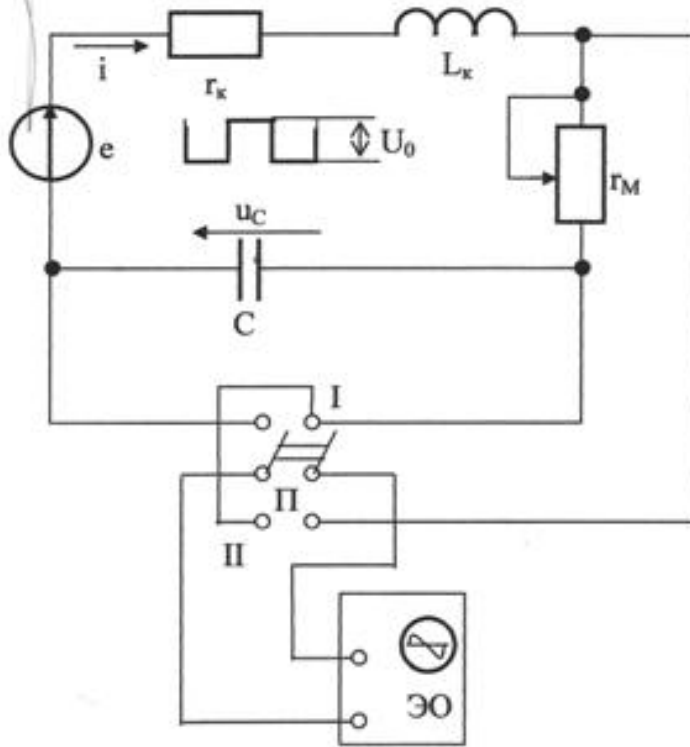
Ф.И.О.
Свилюченко Д.А.

ОТЧЕТ

о лабораторной работе № 11 «Исследование переходных процессов при включении цепи r, L, C на постоянное напряжение»

Цель работы: изучение аperiodического и периодического характера переходного процесса в цепи r, L, C .

Для исследования переходных процессов в цепи r, L, C собираю схему.



Параметры этой схемы:

$r_k = 206 \text{ Ом};$
 $L_k = 0,189 \text{ Гн}; C = 0,1 \text{ мкФ}.$

Определяю критическое сопротивление цепи:

$$\tau_{кр} = 2\sqrt{\frac{L}{C}} = 2\sqrt{\frac{0,189}{0,1 \cdot 10^{-6}}} = 274,954 \text{ мкс}$$

По осциллограмме напряжения источника питания определяю, что $U_0 = 2,5 \text{ В}.$

На магазине сопротивлений устанавливаю $r_M = 2r_{кр}$ и при включенном источнике снимаю на кальку с экрана осциллографа

напряжение на конденсаторе $u_C(t)$ и напряжение на магазине сопротивлений, которое повторяет (в другом масштабе) кривую тока в цепи $i(t)$.

Устанавливаю на магазине сопротивлений $r_M = 0,1r_{кр}$ и снова снимаю на кальку осциллограммы $u_C(t)$ и $i(t)$. Графики прилагаются.

По осциллограмме $i(t)$ определяю период T_0 свободных колебаний и декремент колебаний Δ .

1) $r_M = 206 \text{ Ом}, m_i = \frac{r_M}{r_{кр}}, u_C(t) \text{ и } i(t)$

Произвожу расчет T_0 и Δ по параметрам цепи и сравниваю их с экспериментальными значениями. Расчет прилагается.

Плавно увеличивая сопротивление r_M , замечаю его значение, при котором колебательный процесс переходит в аperiodический. Тогда сумма r_M и r_k даст экспериментальное значение $r_{кр} = r_M + r_k = 5000 + 206 = 5206 \text{ Ом}$

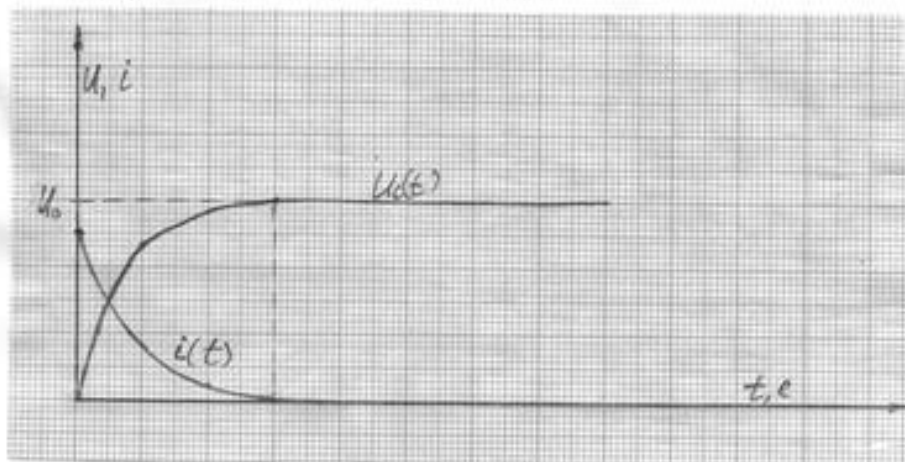
Сравниваю его с расчетным значением: 2) $r_M = 5000 \text{ Ом}$

Зная величину U_0 и параметры цепи, произвожу расчет кривой $u_C(t)$ для случая $r = 5000 \text{ Ом}$. Расчет прилагается.

Расчетную кривую $u_C(t)$ накладываю на экспериментальную (осциллограмму).

$u_C(t)$ при $r_M = 5000 \text{ Ом}$

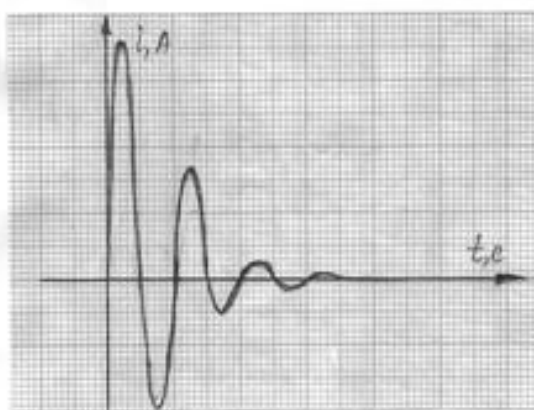
Напряжение на конденсаторе $U_C(t)$ при $z_m = 2 r_{ep}$
и кривая тока в цепи $i(t)$:



Напряжение на конденсаторе $U_C(t)$ при $z_m = 9/4 r_{ep}$



Ток в цепи при $z_m = 9/4 r_{ep}$



Рассчитаем частоту ω_0 :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{z^2}{(2L)^2}} = \sqrt{\frac{10^6}{0,189 \cdot 0,1} - \frac{(2,749,54 \cdot 0,1)^2}{(2 \cdot 0,189)^2}} = 7237,5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Найдем период свободных колебаний T_0 :

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2 \cdot 3,14}{7237,5} = 0,00087 \text{ с} = 0,87 \text{ мкс}$$

Найдем декремент затухания:

$$\Delta = e^{\delta T_0} = e^{\frac{z \cdot T_0}{2L}} = e^{\frac{2,749,54 \cdot 0,00087}{2 \cdot 0,189}} = e^{0,631} = 1,88$$

Рассчитаем $U_c(t)$ при $r_m = 5000 \text{ Ом}$:

$$L = 0,189 \text{ Гн}, U_0 = 2,5 \text{ В}$$

$$C = 0,1 \text{ мкФ}$$

$$r_m = 5000 \text{ Ом}$$

$$p_1 = -\frac{z}{2L} + \sqrt{\left(\frac{z}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}} = -\frac{5000}{2 \cdot 0,189} + \sqrt{\left(\frac{5000}{2 \cdot 0,189}\right)^2 - \frac{10^6}{0,189 \cdot 0,1}} = -2179,6 \frac{1}{\text{с}}$$

$$p_2 = -\frac{z}{2L} - \sqrt{\left(\frac{z}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}} = -\frac{5000}{2 \cdot 0,189} - \sqrt{\left(\frac{5000}{2 \cdot 0,189}\right)^2 - \frac{10^6}{0,189 \cdot 0,1}} = -24275,5 \frac{1}{\text{с}}$$

$$\tau = \frac{1}{|p_1|} = \frac{1}{2179,6} = 0,00046 \text{ с} = 46 \text{ нс}$$

$$t_{\text{ин}} = \tau \cdot 5 = 0,00046 \cdot 5 = 0,00229 \text{ с} = 2,29 \text{ мкс}$$

$$U_c(t) = U_0 - \frac{U_0}{p_1 - p_2} (p_1 e^{p_1 t} - p_2 e^{p_2 t})$$

$$U_c(t) = 2,5 - \frac{2,5}{-2179,6 - (-24275,5)} \left(-2179,6 e^{-2179,6 t} + 24275,5 e^{-24275,5 t} \right) \text{ В}$$

$t, \text{с}$	0	0,0004588	0,0009176	0,0013764	0,0018352	0,002294
$U, \text{В}$	0	1,4895834	2,1282872	2,3632545	2,4496941	2,4814935

