

$U = 25$ В
 $R_1 = 300$ Ом
 $R_2 = 20$ Ом
 $L = 0.01$ Гн
 $C = 1 \cdot 10^{-6}$ Ф

Искомое напряжение - напряжение между узлами цепи, то есть напряжение конденсатора

Ток катушки и напряжение конденсатора до коммутации равны нулю

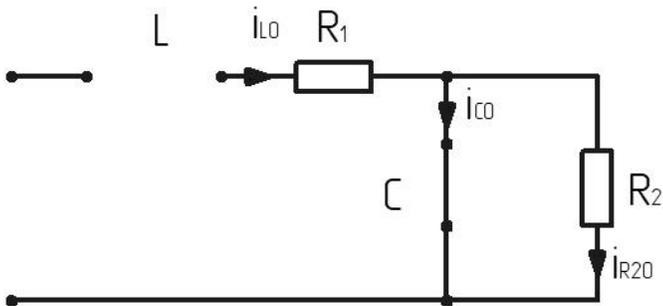
$$i_{L0} = 0 \quad \text{А}$$

$$u_{C0} = 0 \quad \text{В}$$

Токи и напряжения в момент коммутации

$$u_{C0} = u_{C0} = 0 \quad \text{В}$$

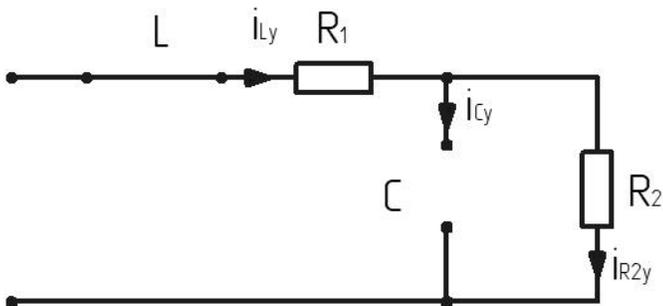
$$i_{L0} = i_{L0} = 0 \quad \text{А}$$



$$u_{L0} = U - i_{L0} \cdot R_1 - u_{C0} = 25 - 0 \cdot 300 - 0 = 25 \quad \text{В}$$

$$i_{C0} = 0 \quad \text{А}$$

Ток источника и напряжение конденсатора в установившемся режиме



$$i_{Ly} = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{25}{300 + 20} = 0.078 \quad \text{A}$$

$$u_{Ly} = 0 \quad \text{B}$$

$$u_{Cy} = U - i_{Ly} \cdot R_1 - u_{Ly} = 25 - 0.078 \cdot 300 - 0 = 1.563 \quad \text{B}$$

Свободные составляющие искомого тока и напряжения в момент коммутации

$$u_{C0} = u_{C0} - u_{Cy} = 0 - 1.563 = -1.563 \quad \text{B}$$

$$i_{L0} = i_{L0} - i_{Ly} = 0 - 0.078 = -0.078 \quad \text{A}$$

Производные искомого тока и напряжения в момент коммутации

$$i'_{L0} = \frac{u_{L0}}{L} = \frac{25}{0.01} = 2.5 \times 10^3 \quad \frac{\text{A}}{\text{с}}$$

$$u'_{C0} = \frac{i_{C0}}{C} = \frac{0}{10^{-6}} = 0 \quad \frac{\text{B}}{\text{с}}$$

Составим характеристическое уравнение

$$Z(p) = p \cdot L + R_1 + \frac{R_2 \cdot \frac{1}{p \cdot C}}{R_2 + \frac{1}{p \cdot C}} = 0$$

$$(p \cdot L + R_1) \cdot \left(R_2 + \frac{1}{p \cdot C} \right) + R_2 \cdot \frac{1}{p \cdot C} = 0$$

$$(p \cdot L + R_1) \cdot (p \cdot C \cdot R_2 + 1) + R_2 = 0$$

$$p^2 \cdot C \cdot L \cdot R_2 + p \cdot C \cdot R_2 \cdot R_1 + p \cdot L + R_1 + R_2 = 0$$

Определим корни характеристического уравнения

$$a \cdot p^2 + b \cdot p + c = 0$$

$$a = L \cdot C \cdot R_2 = 0.01 \cdot 10^{-6} \cdot 20 = 2 \times 10^{-7}$$

$$b = C \cdot R_2 \cdot R_1 + L = 10^{-6} \cdot 20 \cdot 300 + 0.01 = 0.016$$

$$c = R_1 + R_2 = 300 + 20 = 320$$

$$D = b^2 - 4 \cdot a \cdot c = 0.016^2 - 4 \cdot 2 \times 10^{-7} \cdot 320 = 0$$

Дискриминант равен нулю. Уравнение имеет один кратный корень

$$p = \frac{-b}{2a} = \frac{-0.016}{2 \cdot 2 \times 10^{-7}} = -4 \times 10^4 \quad \text{с}^{-1}$$

Запишем выражение искомого тока напряжения в общем виде

$$i_L(t) = (A_{11} + t \cdot A_{12}) \cdot e^{p \cdot t} + i_{Ly}$$

$$u_C(t) = (A_{21} + t \cdot A_{22}) \cdot e^{p \cdot t} + u_{Cy}$$

Рассчитаем коэффициенты свободной составляющей искомого тока

$$i_{Lc0} = (A_{11} + 0 \cdot A_{12}) \cdot e^{p \cdot 0} = A_{11}$$

$$A_{11} = i_{Lc0} = -0.078 \quad \text{А}$$

$$i'_{Lc}(t) = i'_L(t) = p \cdot (A_{11} + t \cdot A_{12}) \cdot e^{p \cdot t} + A_{12} \cdot e^{p \cdot t}$$

$$i'_{L0} = p \cdot (A_{11} + 0 \cdot A_{12}) \cdot e^{p \cdot 0} + A_{12} \cdot e^{p \cdot 0} = p \cdot A_{11} + A_{12}$$

$$A_{12} = i'_{L0} - p \cdot A_{11} = 2.5 \times 10^3 - 4 \times 10^4 \cdot (-0.078) = -625 \quad \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

Выражение искомого тока

$$i_L(t) = (A_{11} + t \cdot A_{12}) \cdot e^{p \cdot t} + i_{Ly} = 0.078 - e^{-4 \times 10^4 \cdot t} \cdot (625 \cdot t + 0.078) \quad \text{А}$$

Аналогично для искомого напряжения

$$A_{21} = u_{C0} = -1.563 \quad \text{В}$$

$$A_{22} = u'_{C0} - p \cdot A_{21} = 0 - 4 \times 10^4 \cdot (-1.563) = -6.25 \times 10^4 \quad \frac{\text{В}}{\text{с}}$$

$$u_C(t) = (A_{21} + t \cdot A_{22}) \cdot e^{p \cdot t} + u_{Cy} = 1.563 - e^{-4 \times 10^4 \cdot t} \cdot (6.25 \times 10^4 \cdot t + 1.563) \quad \text{В}$$

Время переходного процесса

$$T = \frac{10}{|p|} = \frac{10}{|-4 \times 10^4|} = 2.5 \times 10^{-4} \quad \text{с}$$

Построим графики тока и напряжения

