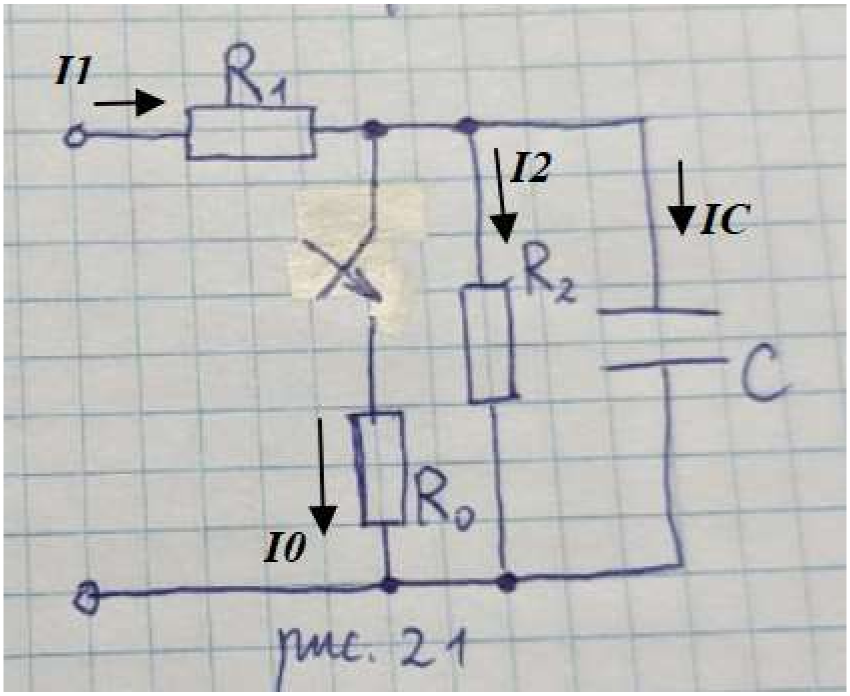


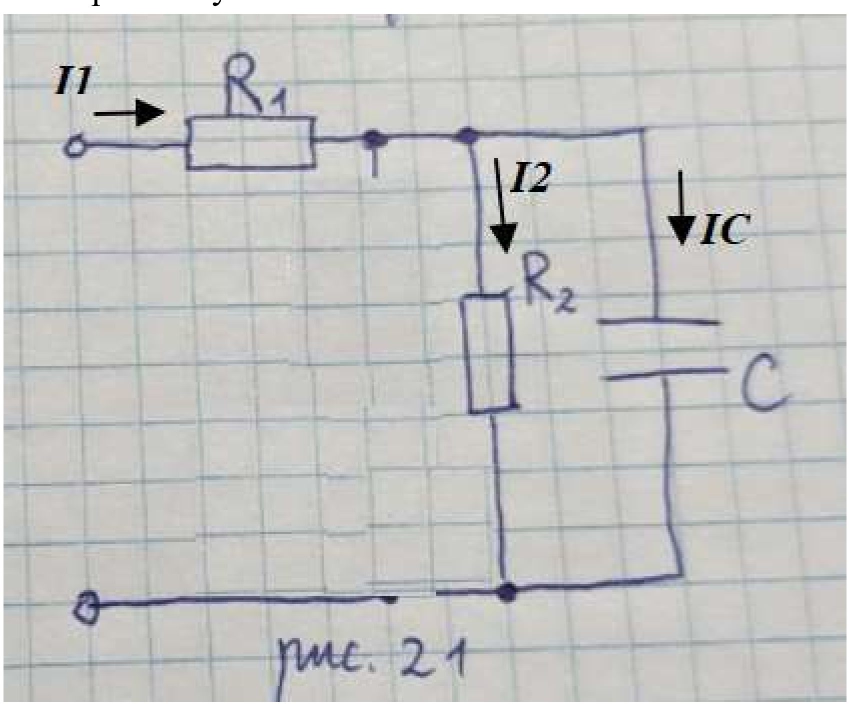
Дано

$U = 240$ В $R1 = 25$ Ом $R2 = 25$ Ом $R0 = 30$ Ом $C = 5 \cdot 10^{-3}$ Ф

Решение

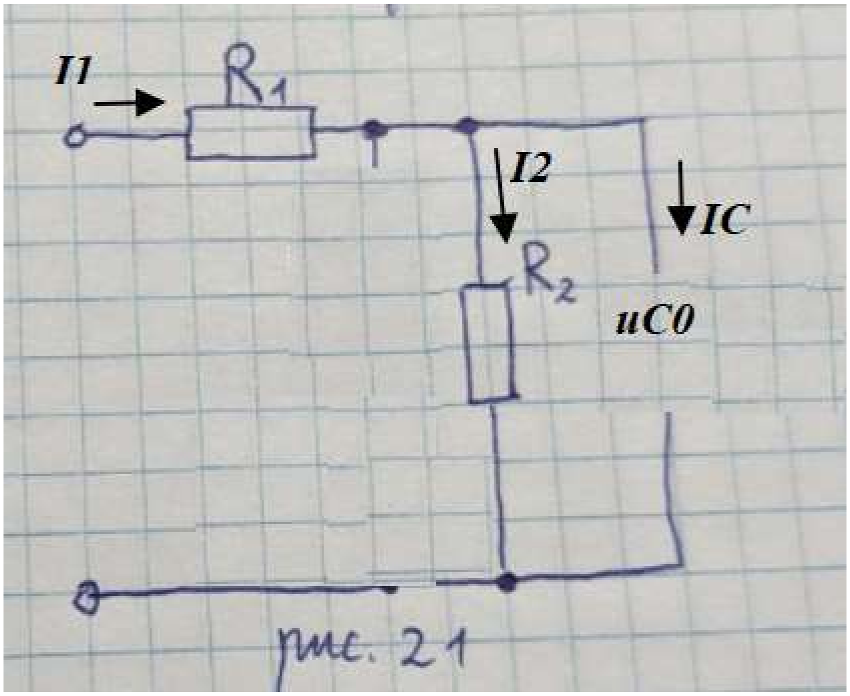
Классический метод

Ключ разомкнут



Определим начальные условия

При постоянном токе конденсатор представляет собой разрыв цепи

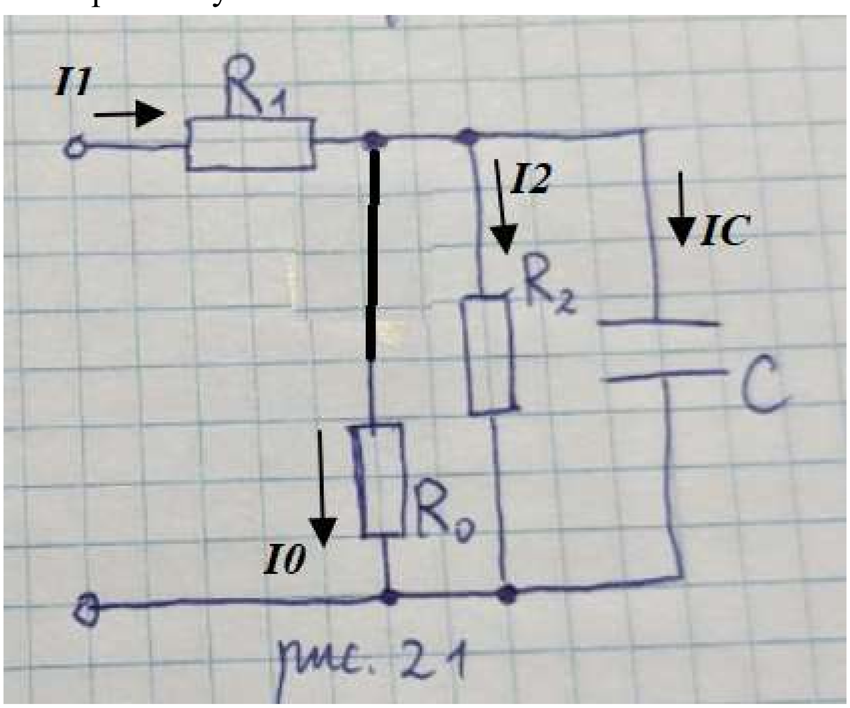


$$I120 = \frac{U}{R1 + R2} = 4.8 \quad A$$

$$uC0 = I120 \cdot R2 = 120 \quad B$$

Закон коммутации:
до и после коммутации напряжение на конденсаторе остатеться величиной постоянной

Ключ разомкнут



Определим принужденные составляющие

$$R20 = \frac{R0 \cdot R2}{R2 + R0} = 13.636 \quad \text{Ом}$$

$$I120пр = \frac{U}{R1 + R20} = 6.212 \quad \text{А}$$

$$uCпр = I120пр \cdot R20 = 84.706 \quad \text{В}$$

Составим характерестическое уравнение входного сопротивления

$$Z(p) = \frac{1}{p \cdot C} + R1 + R2 + R3 = 0$$

Составим систему уравнений по законам Кирхгофа для схемы после коммутации

$$i1 = i0 + i2 + iC$$
$$U = i1 \cdot R1 + uC$$
$$uC = i0 \cdot R0$$
$$uC = i2 \cdot R2$$

Из теории известно, что $iC = C \cdot \frac{d}{dt} uC$

Выразим токи и доставим в первое уравнение

$$i1 = \frac{U}{R1} - \frac{uC}{R1}$$

$$i0 = \frac{uC}{R0}$$

$$i2 = \frac{uC}{R2}$$

$$\frac{U}{R1} - \frac{uC}{R1} = \frac{uC}{R0} + \frac{uC}{R2} + C \cdot \frac{d}{dt} uC$$

Преобразуем

$$\frac{U}{R1} = \frac{uC}{R1} + \frac{uC}{R0} + \frac{uC}{R2} + C \cdot \frac{d}{dt} uC$$

$$\frac{U}{R1} = uC \cdot \left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R0} + \frac{1}{R2} \right) + C \cdot \frac{d}{dt} uC$$

Левую часть приравняем 0, заменим uC=1, а $\frac{d}{dt} uC = \alpha$

Получим характерестическое уравнение

$$0 = \left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R0} + \frac{1}{R2}\right) + C\cdot\alpha$$

Определим корни

$$\alpha = \frac{-1}{C\cdot\left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R0} + \frac{1}{R2}\right)} = -1764.706$$

Определим закон изменения напряжения на конденсаторе

$$uC(t) = uC\text{пр} + (uC0 - uC\text{пр})\cdot e^{\alpha\cdot t} = 35.294\cdot e^{-1764.7\cdot t} + 84.706$$

Определим токи цепи

$$iC(t) = C\cdot\left(\frac{d}{dt}uC(t)\right) = -311.42\cdot e^{-1764.7\cdot t}$$

$$i0(t) = \frac{uC(t)}{R0} = 1.1765\cdot e^{-1764.7\cdot t} + 2.8235$$

$$i2(t) = \frac{uC(t)}{R2} = 1.4118\cdot e^{-1764.7\cdot t} + 3.3882$$

$$i1(t) = i0(t) + i2(t) + iC(t) = -308.83\cdot e^{-1764.7\cdot t} + 6.2117$$

Определим постоянную времени цепи

$$\tau = \left|\frac{1}{\alpha}\right| = 5.667\times 10^{-4} \quad \text{c}$$

Сделаем расчет токов и напряжения по 4 точкам

$$k = 1, 2 .. 4$$

$$tx_k = k\frac{\tau}{4}$$

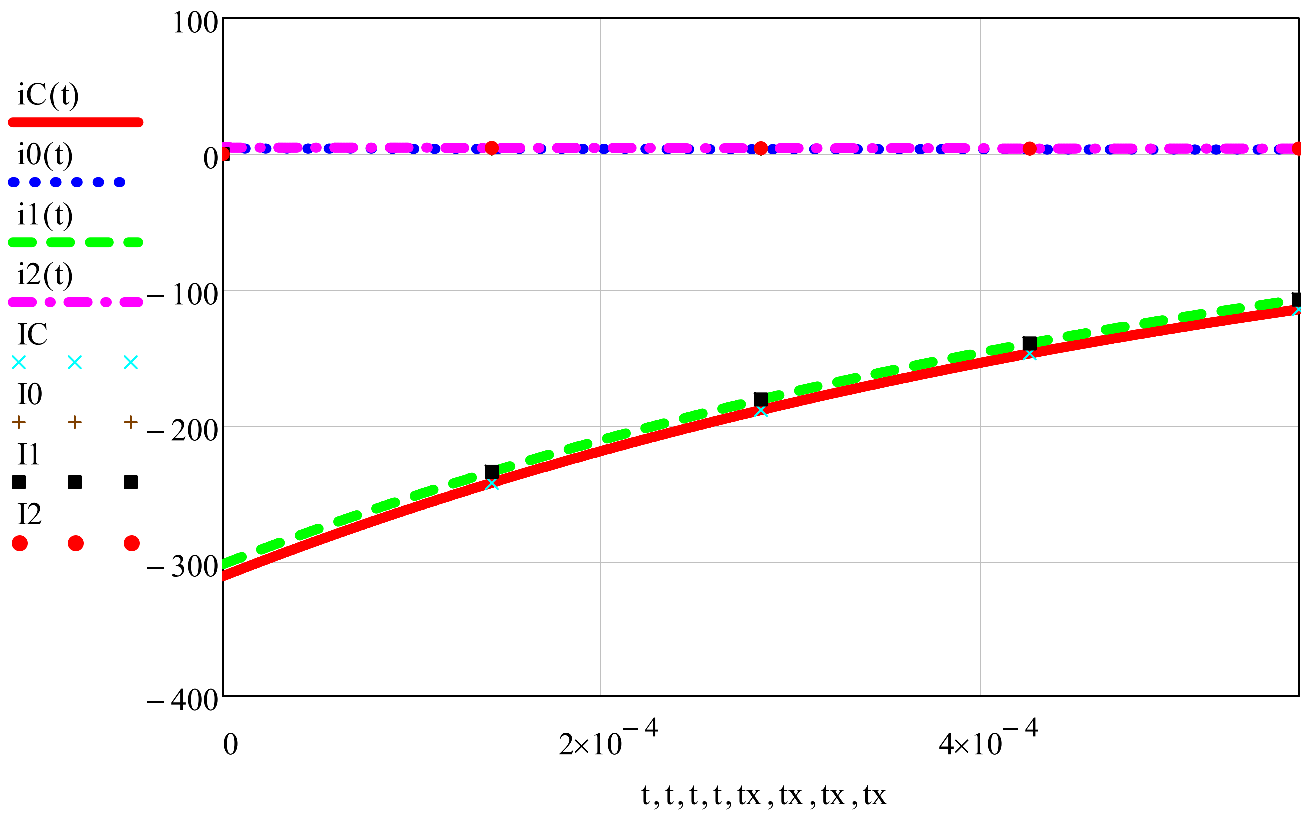
$tx_k =$

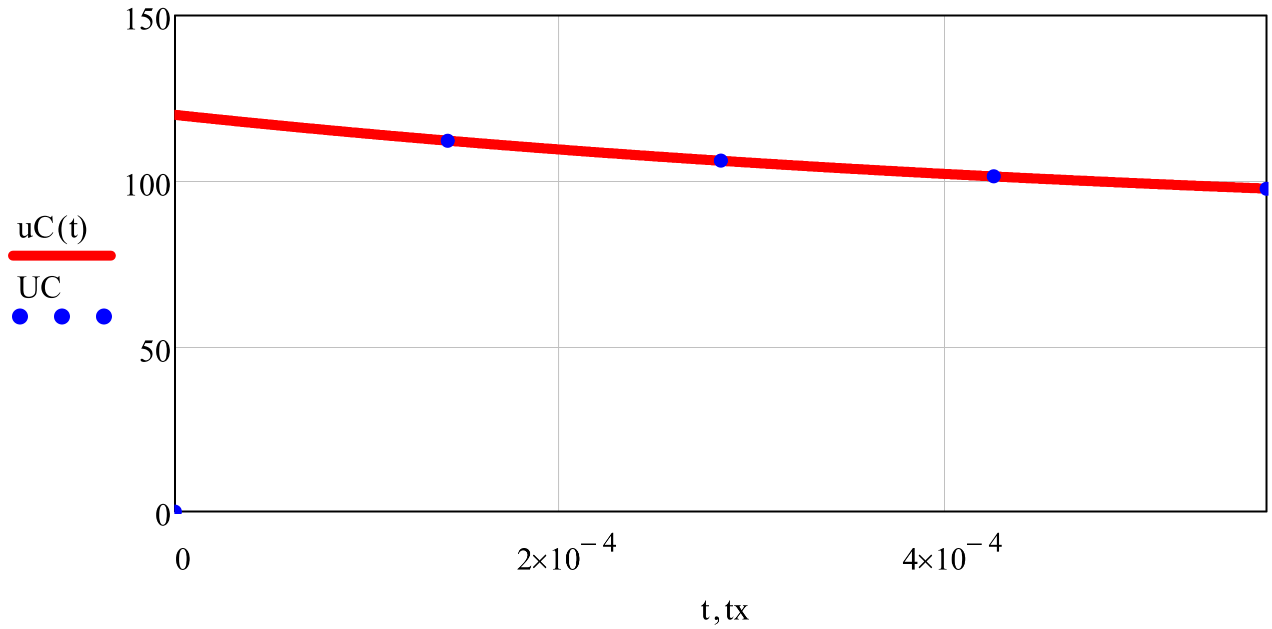
$1.417\cdot10^{-4}$
$2.833\cdot10^{-4}$
$4.25\cdot10^{-4}$
$5.667\cdot10^{-4}$

$I0_k = i0(tx_k)$ $I1_k = i1(tx_k)$ $I2_k = i2(tx_k)$ $IC_k = iC(tx_k)$ $UC_k = uC(tx_k)$

$$I0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 3.74 \\ 3.537 \\ 3.379 \\ 3.256 \end{pmatrix} \quad I1 = \begin{pmatrix} 0 \\ -234.306 \\ -181.103 \\ -139.67 \\ -107.401 \end{pmatrix} \quad I2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 4.488 \\ 4.245 \\ 4.055 \\ 3.908 \end{pmatrix} \quad IC = \begin{pmatrix} 0 \\ -242.534 \\ -188.886 \\ -147.105 \\ -114.565 \end{pmatrix} \quad UC = \begin{pmatrix} 0 \\ 112.193 \\ 106.113 \\ 101.378 \\ 97.69 \end{pmatrix}$$

Построим графики





150
100
50
0
uC(t)
UC
0
2×10−4
4×10−4
t, tx