№1.2.2

$I_1 = 15A$

$R_2 = 3 Ом$

$R_3 = 3 Ом$

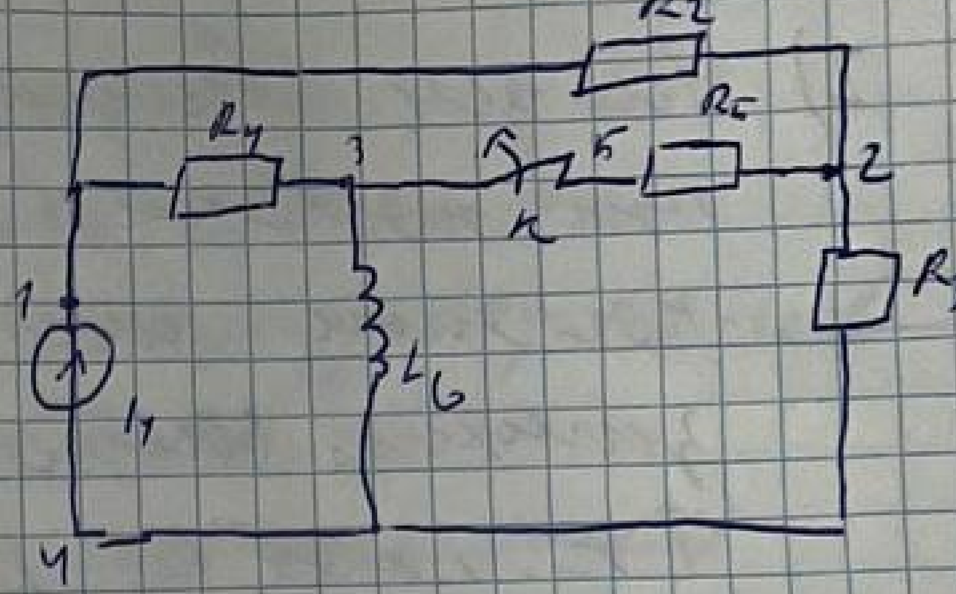
$R_4 = 3 Ом$

$R_5 = 3 Ом$

$L_6 = 3 Гн$

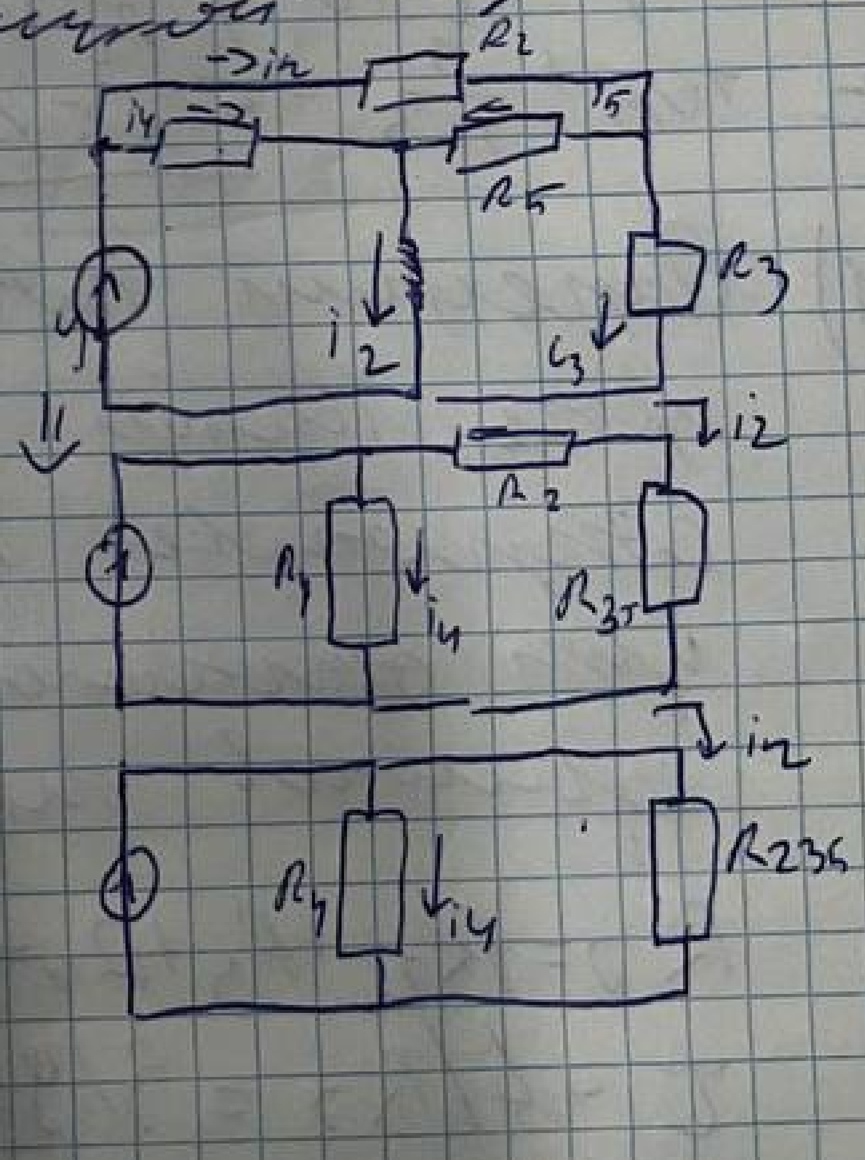
К - размыкается

$U_4 = ?$



Т.к. ведущий в цепи источник, то можно использовать метод наложения.

1) Определим независимые начальные условия (U_L), т.е. $i_L(0-)$. Размыкание при $t=0$ перед коммутацией. => Индуктивность L можно представить короткозамкнутой перемычкой =>



$R_{35} = \frac{R_3 R_5}{R_3 + R_5} = 1,5$ Ом

$R_{235} = R_2 + R_{35} = 4,5$ Ом

$i_L = i_4 = i_5$; $I_1 = i_2 + i_4$

$i_2 = i_3 + i_5$

Делитель тока:

$$i_L = I_1 \cdot \left[\frac{1}{(1+\frac{R_{235}}{R_4})} + \frac{1}{(1+\frac{R_4}{R_{235}})(1+\frac{R_5}{R_3})}\right]$$

$$i_L = 15\left[\frac{1}{1+1,5} + \frac{1}{(1+\frac{1}{1,5})(1+1)}\right]$$

$= 10,5A$

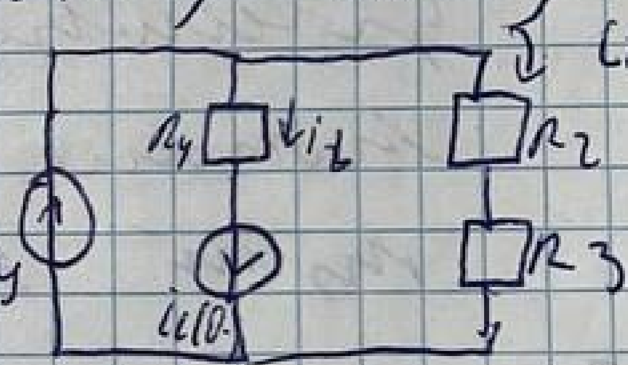
$i_L(0-) = 10,5A$.

2) Найдем вынужденную составляющую при новом режиме, она также находится по схеме замещения (индуктивность замкнута) т.к. ключ K разомкнут =>

$i_{2в} = J/\left(1+\frac{R_4}{R_2+R_3}\right)$

$i_{2в} = 15/\left(1+\frac{3}{3+3}\right) = \underline{10A}$.

3) Найдем зависимые НУ - $i_2(0+)$
Для этого заменим индуктивность L на источник тока $i_L(0+) = i_L(0-) = 10,5A$.

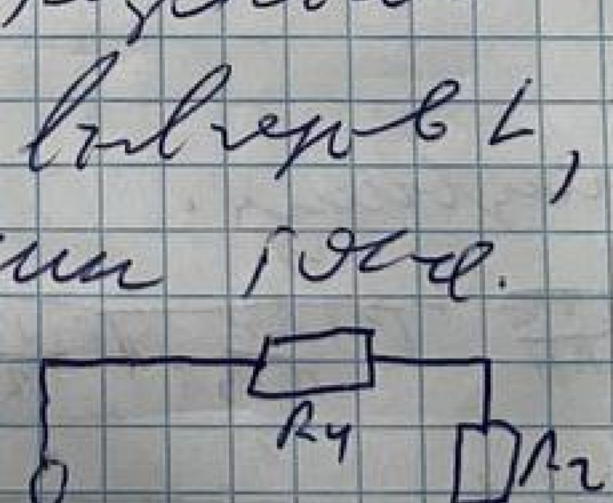


$i_2(0+)\cdot(R_2+R_3) = i_L(0+)\cdot R_4 \Rightarrow$

$i_2(0+) = i_L(0+)\cdot\frac{R_4}{R_2+R_3} =$

$= 10,5\cdot\frac{3}{3+3} = \underline{5.25A}$.

4) Определим постоянную времени цепи. Найдем эквивалентное сопротивление $R_э$ резистивной части цепи относительно выводов L, исключив источник тока.



$R_э = R_2 + R_3 + R_4 = 9$ Ом

$\tau = L/R_э = 3/9 \approx \underline{0,33с}$

б) Выразим любой режим процесса как сумму вынужд. и свободной составляющих: $i_L(t)=i_{Lв}+i_{Lсв}$

$i_L(t)=i_{Lв}(t)+Ae^{-t/\tau}=10+Ae^{-3t}$ А;

Коэфф.-т (постоянную интегрирования) получим из НУ:

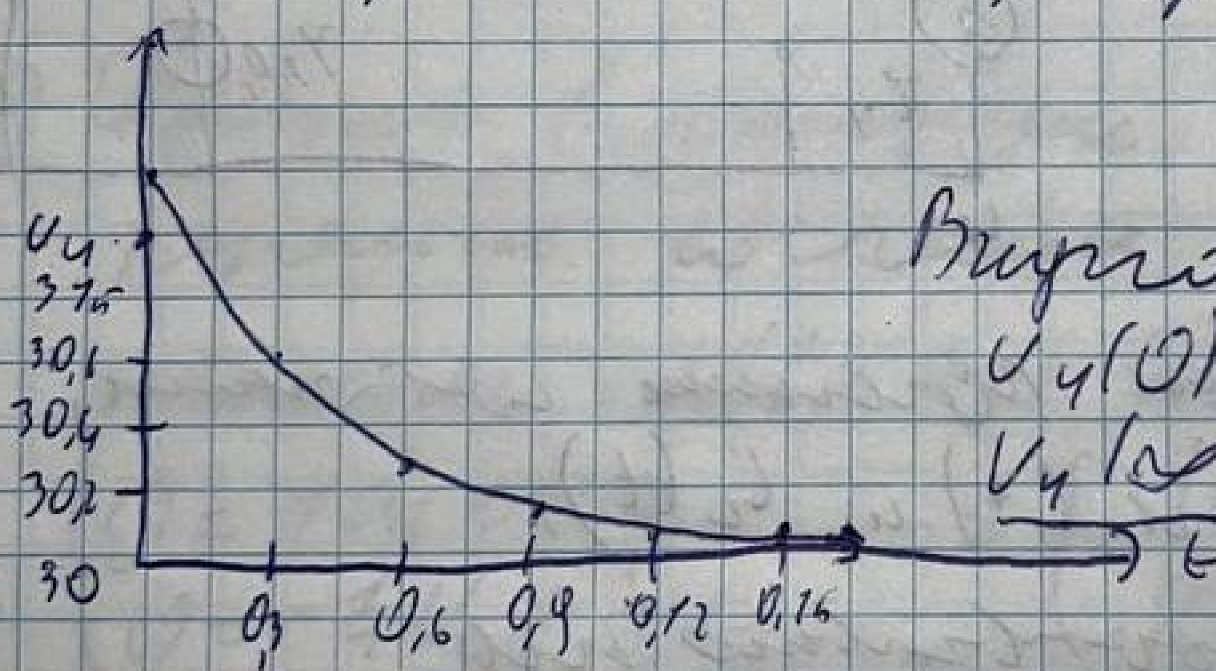
$i_L(0+)=10+A=10,5 \Rightarrow A=0,5$ А $\Rightarrow$

$\Rightarrow i_L(t)=10+0,5\cdot e^{-3t}$ А.

в) вычислим искомую величину u_4

$u_4(t)=R_4\cdot i_L(t)=30+1,5\cdot 1,5\cdot e^{-3t}$ В

Построим ее график



Видно что:
$u_4(0)=31,5$ В
$u_4(\infty)=30$ В

№ 1.2.3.

$J_1 = 2A$

$J_2 = 4A$

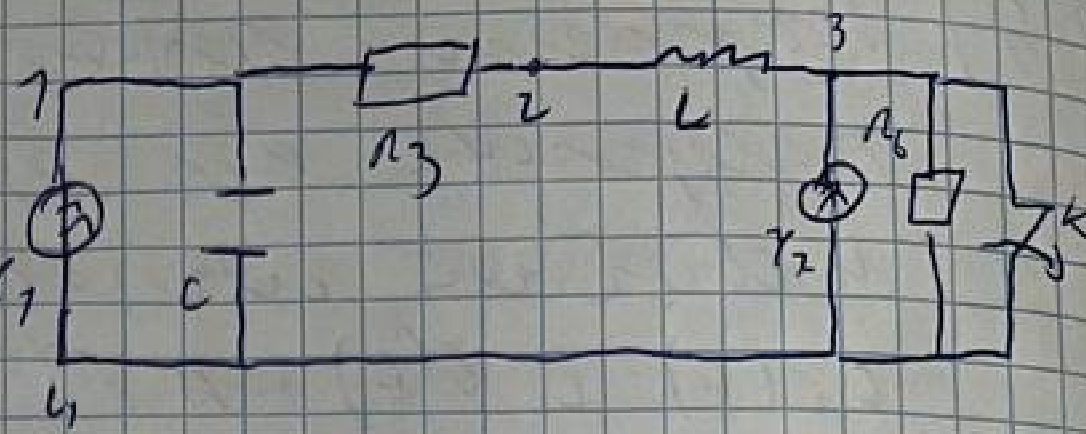
$C = 0{,}1Ф$

$L = 2Гн$

$R_3 = 6 Ом$

$R_6 = 6 Ом$

К размыкается

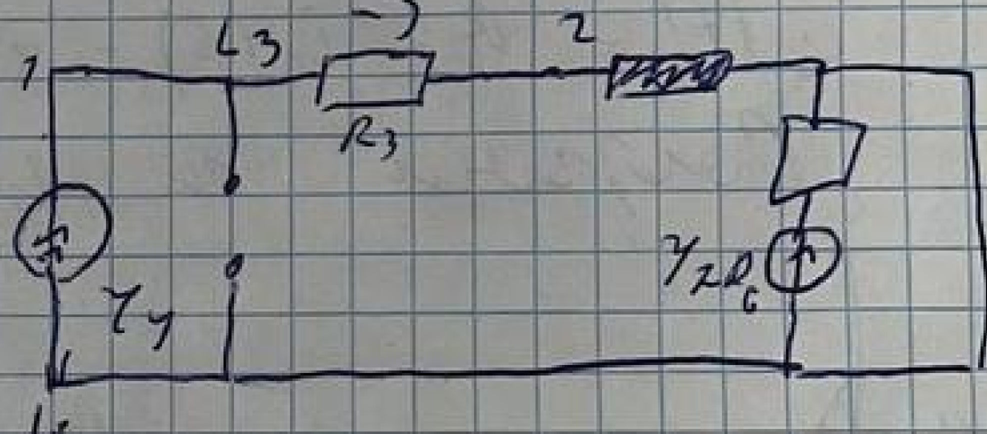


1) Определим н.у.: $U_C(0-)$ и $i_L(0-)$

Перерисуем схему

C — разрыв; L — закоротка;

ИТ(J_2, R_6) → ИН$(J_2 \cdot R_6)$ R_6.

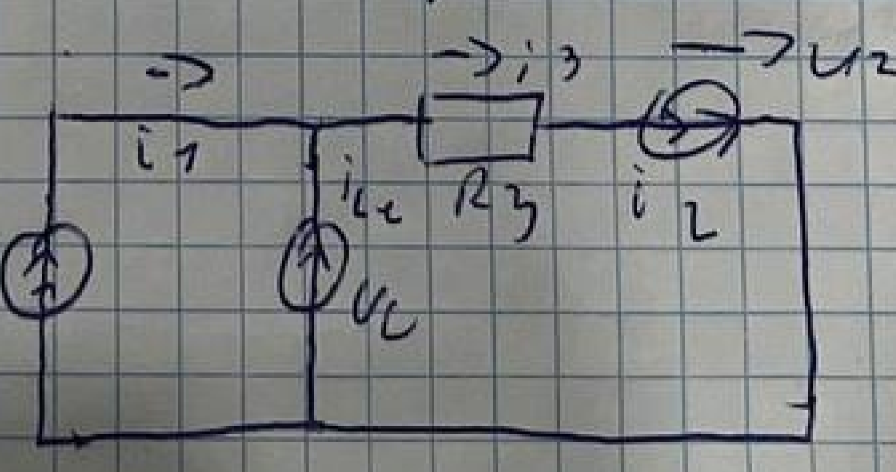


$i_L(0-) = J_1 = 2A$

$U_C(0-) = -J_1 \cdot R_3 = -12В$

2) Составим уравнения переменных состояния, заменяя $u_C(t)$ и $i_L(t)$.

Заменим C и L соответственно на ИН $u_C = u_C(0-)$ и ИТ $i_L = i_L(0-)$.



$$\begin{cases} i_1 + i_C - i_L = 0 \\ U_C + U_L - i_3 \cdot R_3 = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$i_C = C U_C'$

$U_L = L i_L' \Rightarrow$

$$\begin{cases} U_C' = \frac{1}{C} i_L - J/C \\ i_L' = -\frac{1}{L} U_C - \frac{R_3}{L} i_L \end{cases}$$

Уравнение сист в матрич. виде

$$\begin{bmatrix} U_c' \\ i_L' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1/C \\ -1/L & -\frac{R3}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_c \\ i_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1/C & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J \\ 0 \end{bmatrix}$$

③ Найдем собств. колебания системы через характеристический полином

$$\begin{vmatrix} 0-p \; ; & 1/C \\ -1/L \; ; & -\frac{R3}{L}-p \end{vmatrix} \Rightarrow p^2 + \frac{R3\,p}{L} + \frac{1}{LC} = 0 \Rightarrow$$ подставим числа

$$p^2 + 2p + 5 = 0 \Rightarrow p_{1,2} = -1 \pm 2i$$

Корни ХП комплексно-сопряженные.
Свободное составляющее имеет вид

$$x_{св} = A_1 \cdot e^{-t} \cdot \cos 2t + A_2 e^{-t} \cdot \sin t \quad (x_{св} = U_{cв} \vee i_{Lв})$$

④ Определим внутренние значения переменных состояния в установившемся режиме $U'_{cв} = 0$, $i'_{Lв} = 0$ $\Rightarrow$

$$\begin{cases} 0 = 10 i_L - 20 \\ 0 = -\frac{1}{2} U_{cв} - \frac{3}{2} i_{Lв} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_{Lв} = 2A \\ U_{cв} = -6В \end{cases}$$

⑤ Определим переменные состояния $U_c(t)$ и $i_L(t)$

$$U_c(t) = U_{cв} + U_{cсв} = -6 + A_1 e^{-t} \cdot \cos 2t + A_2 e^{-t} \cdot \sin 2t$$

$$U'_c(t) = A_1 \cdot (-e^{-t}) \cdot \cos 2t - A_1 e^{-t} \cdot 2 \cdot \sin 2t -$$
$$- A_2 (-e^{-t}) \cdot \sin 2t + A_2 \cdot e^{-t} \cdot 2 \cdot \cos 2t$$

Подставим НУ:

$$\begin{cases} -12 = -6 + A_1 + A_2 \cdot 0 \\ 20 - 20 = -A_1 + A_2 \cdot 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A_1 = -6 \\ A_2 = -3 \end{cases}$$ в итоге

$$U_c(t) = -6 - 6 \cdot e^{-t} \cdot \cos 2t - 3 \cdot e^{-t} \cdot \sin 2t.$$