

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
“САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИТМО”

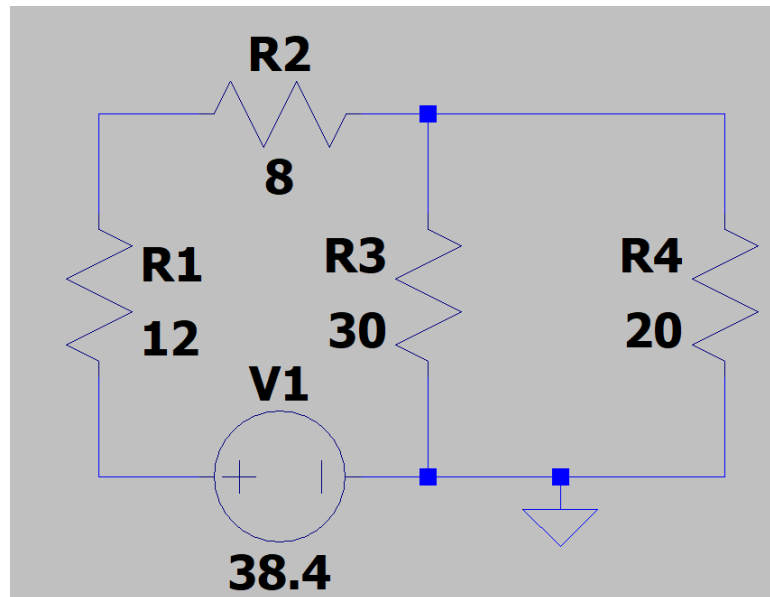
ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

Расчетно-графическая работа №1:

по дисциплине Электротехника
Вариант №12

Выполнил: Студент группы
R3237 Осинина Т. С
Преподаватель: Горшков К.С.

Дано:



1. Схема варианта №12

Задания:

1. Найти все токи с помощью законов Кирхгофа.
2. Определить токи с помощью метода контуров
3. Вычислить токи с помощью метода узловых потенциалов
4. Рассчитать один произвольный ток с помощью методов эквивалентных преобразований и решить произвольно выбранный ток методом эквивалентного генератора
5. Проверить вычисления в программе LTspice

Решение:

Задача №1:

$$I. \quad a: I_{21} + I_4 - I_3 = 0 \quad I_{21} = I_1 = I_2$$

$$b: -I_{21} + I_3 - I_4 = 0 \rightarrow I_{21} - I_3 + I_4 = 0$$

$$II \quad U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} - U_E = 0$$

$$-U_{R4} - U_{R3} = 0$$

$$II \rightarrow \begin{cases} I_{21}R_1 + I_{21}R_2 + I_3R_3 - E = 0 \\ I_4R_4 + I_3R_3 = 0 \\ I_{21} - I_3 + I_4 = 0 \end{cases}$$

$$R_1 + R_2 = R_{12} = 200 \Omega$$

$$\begin{cases} I_{21}(R_1 + R_2) + I_3R_3 = E \\ 0 + I_3R_3 + I_4R_4 = 0 \\ I_{21} - I_3 + I_4 = 0 \end{cases} \xrightarrow{KE} \begin{array}{ccc|c} & R_3 & & E \\ 0 & R_3 & R_4 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & 0 \end{array}$$

$$\Delta_{12} = R_{12}(R_3 + R_4) + R_3 \cdot R_4 =$$

$$= 20(50) + 600 = 1600$$

$$\Delta_{12} = \begin{vmatrix} E & R_3 & 0 \\ 0 & R_3 & R_4 \\ 0 & -1 & 1 \end{vmatrix} = E(R_3 + R_4) = 38,4 \cdot 50 = 1920$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} R_{12} & E & 0 \\ 0 & 0 & R_4 \\ 1 & 0 & 1 \end{vmatrix} = -ER_4 = 38,4 \cdot 20 = 768$$

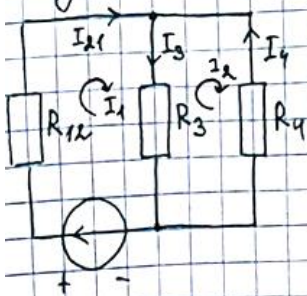
$$\Delta_4 = \begin{vmatrix} R_{12} & R_3 & E \\ 0 & R_3 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{vmatrix} = ER_3 = 38,4 \cdot 30 = 1152$$

$$I_{12} = \frac{\Delta_{12}}{\Delta} = 1,2 = \frac{1920}{1600}$$

$$I_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{768}{1600} = 0,48$$

$$I_4 = \frac{\Delta_4}{\Delta} = \frac{1152}{1600} = 0,72$$

Задача №2



$$R_{12} = 20 \text{ Ом}; R_3 = 30 \text{ Ом}; R_4 = 10 \text{ Ом}; E = 38,4 \text{ В}$$

$$\begin{bmatrix} R_{12} + R_3 & -R_3 & E \\ -R_3 & R_3 + R_4 & 0 \end{bmatrix}$$

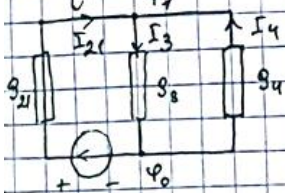
$$\Delta = (R_{12} + R_3)(R_3 + R_4) - R_3^2 = 1600$$

$$\Delta_{21} = E(R_3 + R_4) = 1920 \Rightarrow I_{11} = \frac{1920}{1600} = 1,2 \text{ А}$$

$$\Delta_4 = ER_3 = 1152 \Rightarrow I_4 = \frac{1152}{1600} = 0,72 \text{ А}$$

$$I_3 = I_{21} - I_4 = 1,2 - 0,72 = 0,48 \text{ А}$$

Задача №3



$$I_{21} = (E - \varphi_1) g_{12}$$

$$I_{21} = I_3 + I_4$$

$$I_3 = \varphi_1 g_3$$

$$(E - \varphi_1) g_{12} = \varphi_1 g_3 + \varphi_1 g_4$$

$$I_4 = \varphi_1 g_4$$

$$\varphi_1 g_1 + \varphi_1 g_3 + \varphi_1 g_4 = E g_{12}$$

$$\varphi_1 (g_1 + g_3 + g_4) = E g_{12}$$

$$g_{12} = \frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{20} = 0,05$$

$$g_3 = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{30}$$

$$g_4 = \frac{1}{R_4} = 0,05$$

$$\varphi_1 = \frac{E g_{12}}{(g_1 + g_3 + g_4)} = \frac{38,4 \cdot \frac{1}{20}}{\frac{1}{20} + \frac{1}{30} + \frac{1}{20}} =$$

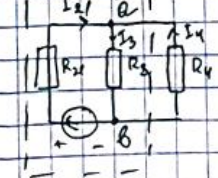
$$= 38,4 \cdot \frac{1}{5} = 7,68$$

$$I_{21} = (E - \varphi_1) g_{12} = (38,4 - 7,68) \cdot \frac{1}{20} = 1,2 \text{ А} \quad I_4 = \varphi_1 g_4 = 7,68 \cdot \frac{1}{20} = 0,384 \text{ А}$$

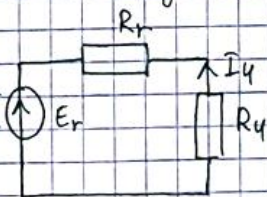
$$I_3 = \varphi_1 g_3 = 7,68 \cdot \frac{1}{30} = 0,256 \text{ А}$$

Задача №4

Нераспределенный ток

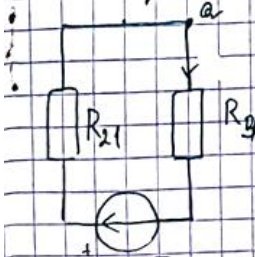


Метод эквивалентного генератора.



$$I_4 = \frac{E_r}{R_r + R_4}$$

Найти E_r и R_r :



$$R_r = \frac{R_{21} \cdot R_3}{R_{21} + R_3} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = \frac{600}{50} = 12$$

$$E_r = \frac{E}{R_{21} + R_3} \cdot R_3 = \frac{38,4}{50} \cdot 30 = 23,04$$

$$\Rightarrow I_4 = \frac{23,04}{12 + 20} = \frac{23,04}{32} = 0,72 \text{ А}$$

Метод экв. преобразования

$I_{21} = ?$

$$I_{21} = \frac{E}{R_{\text{общ}}}$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_{21} \cdot \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}}{R_{21} + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}}$$

$$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{30 \cdot 20}{50} = 12$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_{21} \cdot \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}}{R_{21} + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}} = \frac{20 \cdot \frac{30 \cdot 20}{50}}{20 + \frac{30 \cdot 20}{50}} = \frac{240}{32} \Rightarrow R_{\text{общ}} = \frac{20 \cdot 12}{20 + 12} = 7,5$$

$$I_{21} = \frac{38,4}{32} = 1,2 \text{ A}$$

$$I_{21} = \frac{E}{R_{\text{общ}}} \quad R_{\text{общ}} = R_{21} + R_{34} = 32$$

Ответ: $I_{21} = 1,2 \text{ A}$

Задание №5

Проверка значений. Значения найдены по схеме варианта № 12.

* C:\Users\OTS\Documents\LTspiceXVII\Draft3.asc

--- Operating Point ---

V(n001):	24	voltage
V(n003):	38.4	voltage
V(n002):	14.4	voltage
I(R4):	0.72	device_current
I(R3):	0.48	device_current
I(R2):	1.2	device_current
I(R1):	1.2	device_current
I(V1):	1.2	device_current

Вывод: в процессе выполнения лабораторной работы, научились пользоваться разными методами: методами контуров, узловых потенциалов, метод эквивалентных преобразования и эквивалентного генератора, также применили на практике законы Кирхгофа. Всеми 5 разными методами нашли правильные значения сил тока, «правильные», потому что сошлись ответы со значениями из программы LTspice.