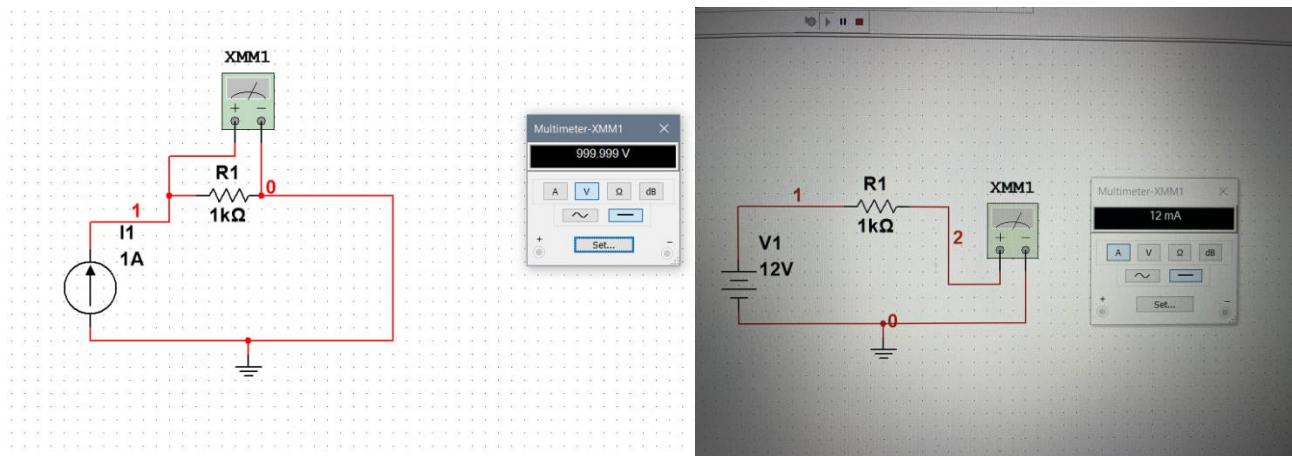
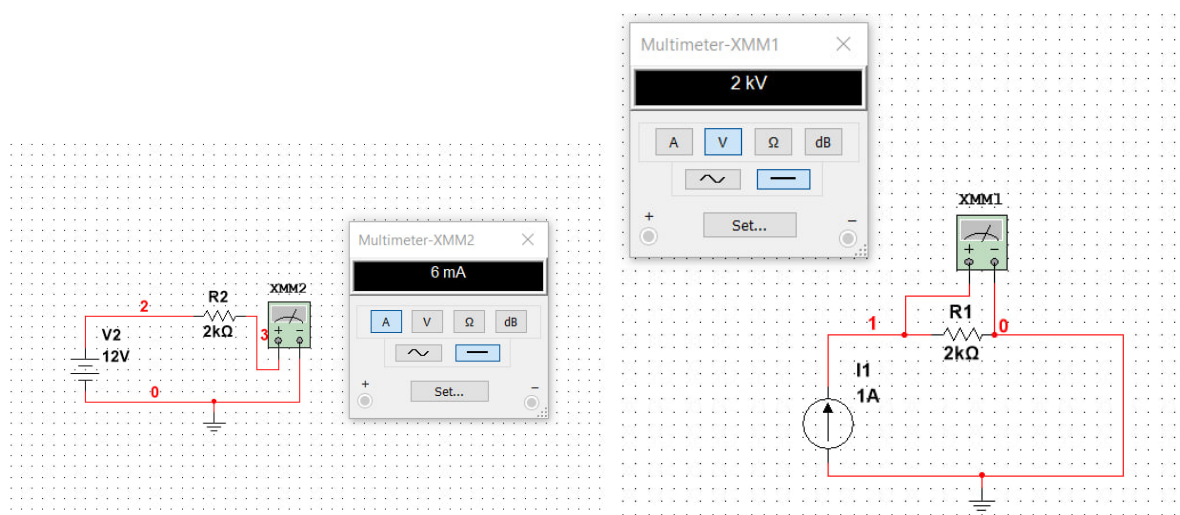


Лабораторна робота №1

1. Повторіть усі описані вище операції із перевірки виконання закону Ома.

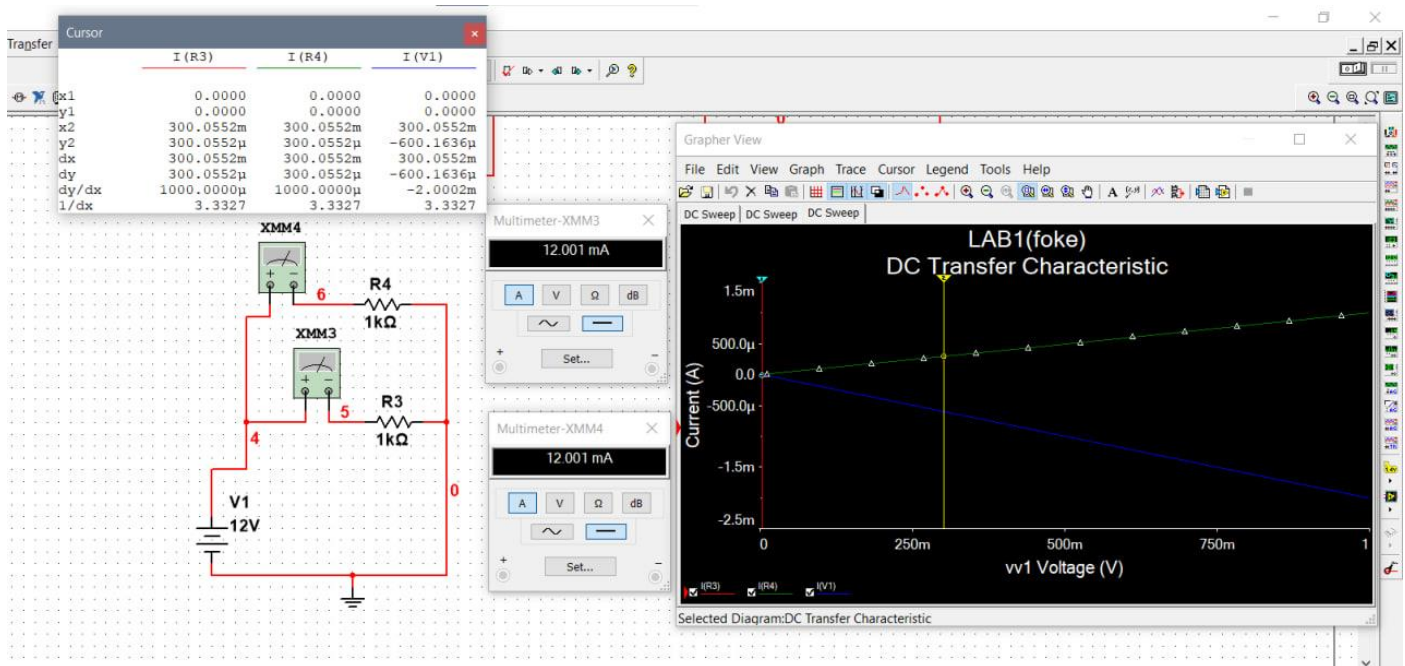


2. Змініть опір резистора R1, збільшивши його удвічі. Знову повторіть усі описані вище операції для закону Ома. Порівняйте результати з попередніми.



Змінюючи опір резистора від 1кОМ до 2кОМ, можна бачити, що за формулою $I = \frac{U}{R}$ сила струму (I) зменшується вдвічі, а напруга (U) збільшується вдвічі.

3. Обчисліть сили струмів через опори резисторів R1 та R2 у схемі (рис.18). Проведіть моделювання для схеми (рис.19) і порівняйте результати обчислень та моделювання.



Через два резистора, по 1кОМ кожен, сили струмів(I) дорівнюють по 12 mA кожен.

4. Проведіть DC Sweep - моделювання з виведенням графіків для струмів через джерело та усі елементи (рис.20). Перевірте виконання закону Кірхгофа для вузла 1.

Провівши DC Sweep – моделювання ми маємо графіки для струмів та їх показники у μ:

Cursor			
	I (R3)	I (R4)	I (V1)
x1	200.5731m	200.5731m	200.5731m
y1	200.5731μ	200.5731μ	-401.1818μ
x2	300.8596m	300.8596m	300.8596m
y2	300.8596μ	300.8596μ	-601.7727μ
dx	100.2865m	100.2865m	100.2865m
dy	100.2865μ	100.2865μ	-200.5909μ

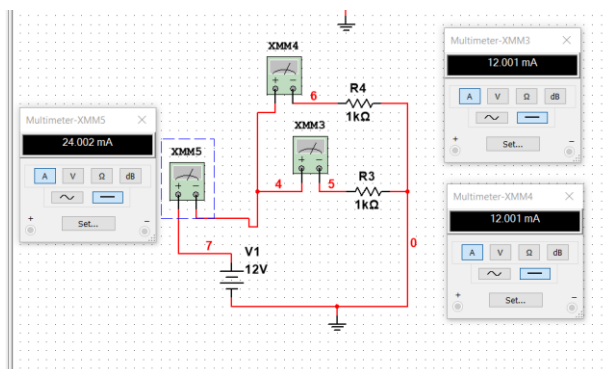
$$I(R3) = 300.859 \mu$$

$$I(R4) = 300.859 \mu$$

$$I(R3) + I(R4) = I(V1)$$

$$I(V1) = -601.772 \mu \text{ ("-" може бути обумовлений похибками симуляції)}$$

Або ж можемо перевірити іншим способом, використовуючи додатковий амперметр :

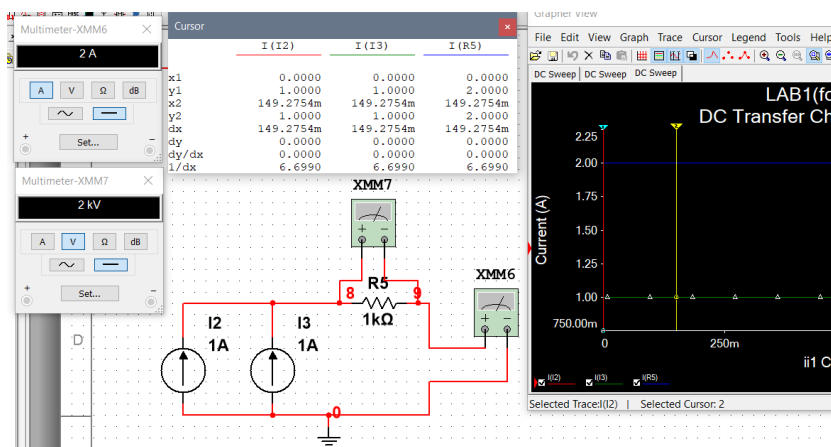


Сума вихідних струмів дорівнює сумі вхідних струмів

- $12,001\text{mA} + 12,001\text{mA} = 24,002\text{mA}$

Цим ми перевіряємо та доводимо виконання закону Кірхгофа.

5. Обчисліть струм через резистор R1 та напругу на ньому у схемі (рис. 21). Додайте до цієї схеми мультиметр у режимі амперметра для вимірювання струму через резистор R1, проведіть моделювання схеми та порівняйте результати обчислень та моделювання. Перевірте виконання закону Кірхгофа для вузла 1.



Обчислили струм і напругу:

$$I = U/R = 2 \cdot 10^3 / 10^3 = 2A;$$

$$U = R \cdot I = 1000 \cdot 2 = 2kV$$

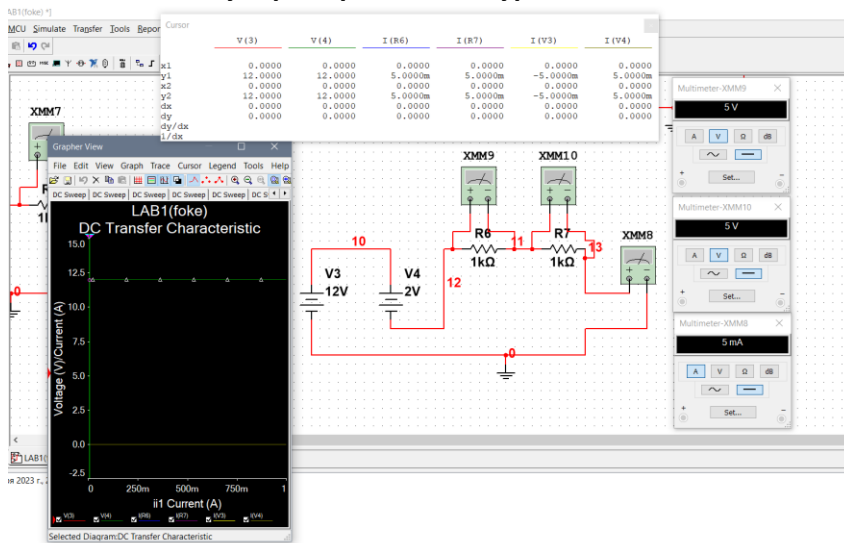
Значення на приладах:

Амперметр: 2A Вольтметр: 2kV

Результати обчислень = результатам приладів

За законом Кірхгофа: $I(I2) + I(I3) = I(R5)$, що і справджується - $1A + 1A = 2A$;

6. Обчисліть струм через усі елементи, а також напруги на резисторах R1 та R2 у схемі (рис. 22). Додайте до цієї схеми мультиметри у режимі вольтметра для вимірювання напруг на усіх елементах. Проведіть моделювання схеми та порівняйте результати обчислень та моделювання. Перевірте виконання закону Кірхгофа для контура.



Показники з приладів:

$$U3 = 12V$$

$$U4 = 2V$$

$$R6 = R7 = 1k\Omega$$

Обчислення:

Ураховуючи полярність у колі,

$$U = 12V - 2V = 10V;$$

$$R = R1 + R2 = 2k\Omega \text{ (послідовне з'єднання);}$$

$$I = U/R \Rightarrow 10V / 2k\Omega = 5mA.$$

$$U(R1) = U(R2) = 5V$$

Показники на приладах і обчислення співпадають.

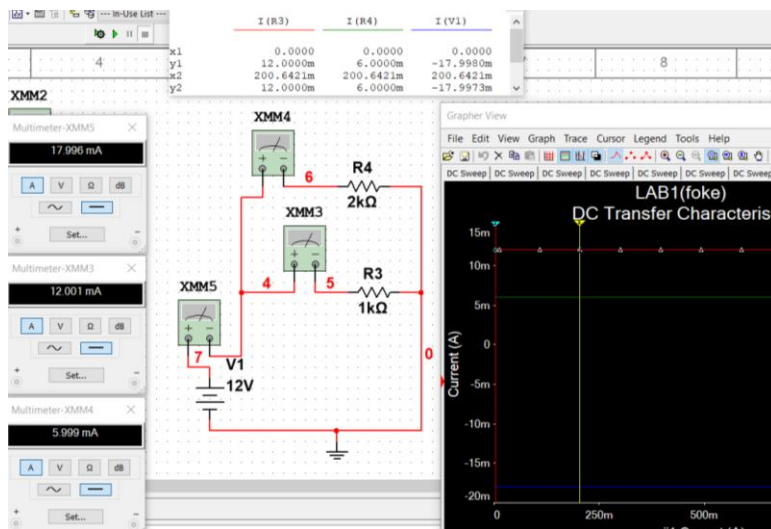
Доведемо закон Кірхгофа:

Закон Кірхгофа для контура електричного кола стверджує, що сума ЕРС джерел (з урахуванням полярності) у контурі дорівнює сумі падінь напруг в цьому контурі.

В нашому випадку: $E = I \cdot R1 + I \cdot R2 \Rightarrow E = U1 + U2 = U$ (обов'язково враховуємо полярність)

У результаті: $U = U1 + U2 \Rightarrow (12 - 2) = 5 + 5$ (Стверджується)

7. Повторіть пп. 3-4, збільшивши вдвічі опір резистора R2.



Збільшивши опір R4=2kOm

Обчислити струми через опори резисторів R3 і R4:

$$I(R3) = 12 / 1 \cdot 10^3 = 12 \text{ mA}$$

$$I(R4) = 12 / 2 \cdot 10^3 = 6 \text{ mA}$$

Показники на амперметрах:

$$I(R3) = 12 \text{ mA}; I(R4) = 6 \text{ mA}$$

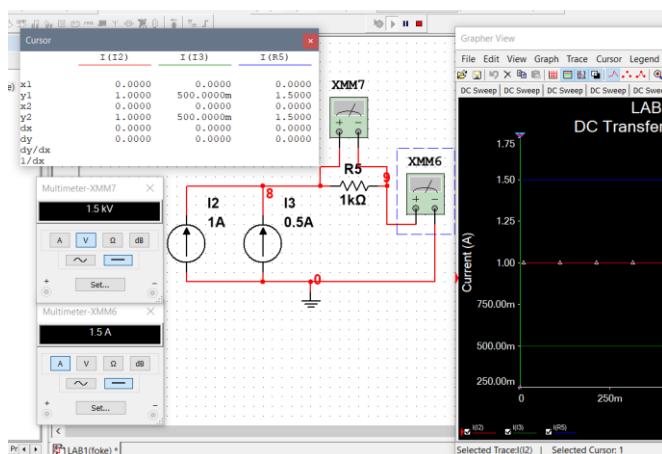
Показники і обчислення співпадають.

За законом Кірхгофа маємо отримати, що $I(R3) + I(R4) = I(V1) \Rightarrow 12 \text{ mA} + 6 \text{ mA} = 18 \text{ mA}$, що

ми фактично і отримуємо на амперметрі I(V1).

Проаналізувавши графік DC Sweep, можемо також впевнитись в тому, що $I(R3) + I(R4) = I(V1)$.

8. Повторіть п. 5, зменшивши струм джерела I2 вдвічі.



Обчислили струм і напругу:

$$I = U/R = 1.5 \cdot 10^3 / 10^3 = 1.5 \text{ A};$$

$$U = R \cdot I = 10^3 \cdot 1.5 = 1.5 \text{ kV}$$

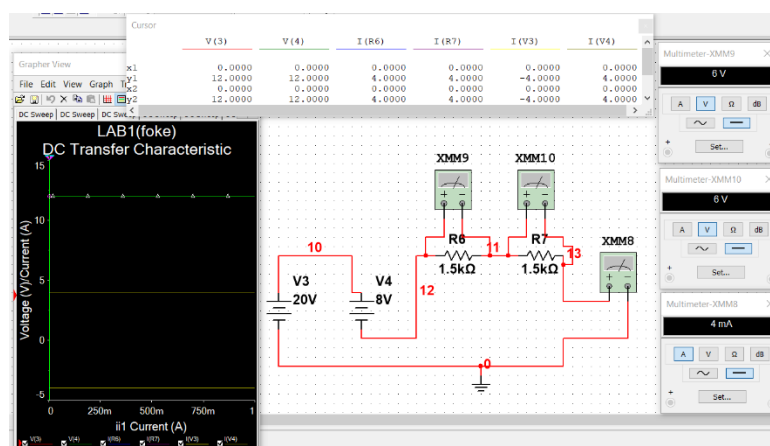
Значення на приладах:

Амперметр: 1,5A Вольтметр: 1,5kV

Результати обчислень = результатам приладів

За законом Кірхгофа: $I(I2) + I(I3) = I(R5)$, що і справджується - $1 \text{ A} + 0.5 \text{ A} = 1.5 \text{ A}$;

9. Повторіть п. 6, змінивши ЕРС обох джерел та опори обох резисторів до деяких (довільних, але відмінних від початкових не більш ніж у 10 разів) інших значень.



Показники з приладів:

$$U3 = 20 \text{ V}$$

$$U4 = 8 \text{ V}$$

$$R6 = R7 = 1.5 \text{ kOm}$$

Обчислення:

Ураховуючи полярність у колі,

$$U = 20 \text{ V} - 8 \text{ V} = 12 \text{ V};$$

$$R = R1 + R2 = 3 \text{ kOm} \text{ (последовне з'єднання);}$$

$$I = U/R \Rightarrow 12 \text{ V} / 3 \text{ kOm} = 4 \text{ mA.}$$

$$U(R1) = U(R2) = 6 \text{ V}$$

Показники на приладах і обчислення співпадають.

Доведемо закон Кірхгофа:

Закон Кірхгофа для контура електричного кола стверджує, що сума ЕРС джерел (з урахуванням полярності) у контурі дорівнює сумі падінь напруг в цьому контурі.

В нашому випадку : $E = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 \Rightarrow E = U_1 + U_2 = U$ (обов'язково враховуємо полярність)

У результаті: $U = U_1 + U_2 \Rightarrow (20 - 8) = 6 + 6$ (Стверджується)

10. Зробіть висновки щодо отриманих у роботі результатів.

Під час виконання лабораторної роботи ми перевірили та довели справедливість **закону Ома**, що формулюється: **$U = I \cdot R$** .

Також ми вивчили два закони Кірхгофа:

1. **Перший закон Кірхгофа**, або закон струмів, стверджує, що в кожному вузлі електричної мережі сума вхідних струмів дорівнює сумі вихідних струмів. Це формулюється так:

- **$\sum I_{\text{входу}} = \sum I_{\text{виходу}}$**

Ми перевірили виконання цього закону під час DC Sweep - моделювання, а також під час розрахунків для конкретних схем.

2. **Другий закон Кірхгофа**, або закон петель, стверджує, що сума напруг в кожному замкненому контурі електричної мережі дорівнює нулю. Це формулюється так:

- **$\sum V_{\text{петлі}} = 0$ (\Leftrightarrow В нашому випадку : $E = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 \Rightarrow E = U_1 + U_2 = U$)**

Ми також перевірили виконання цього закону під час DC Sweep - моделювання та обчислень для різних схем.

В ході проведених експериментів та перевірок нам вдалося збагатити наше розуміння основних концепцій електричних ланцюгів і переконалися у їх справедливості у різноманітних практичних діях та теоретичних формулювань.