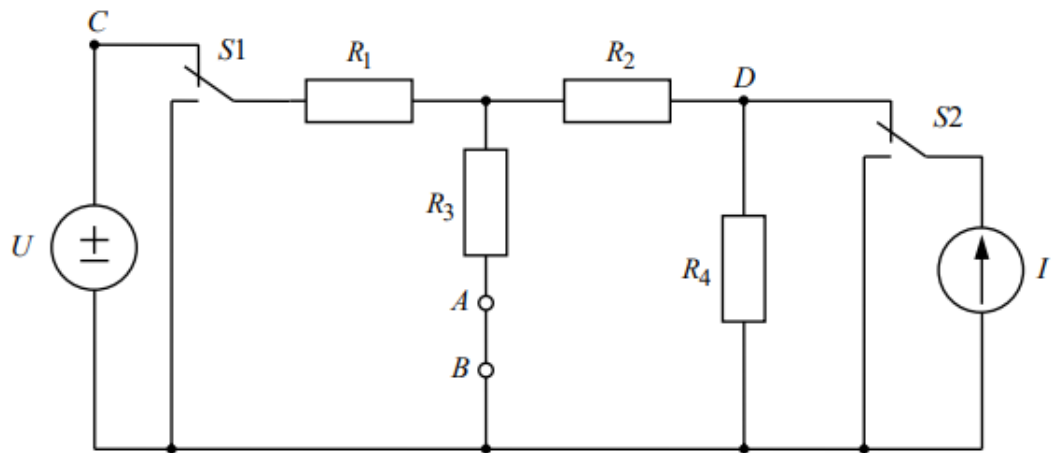


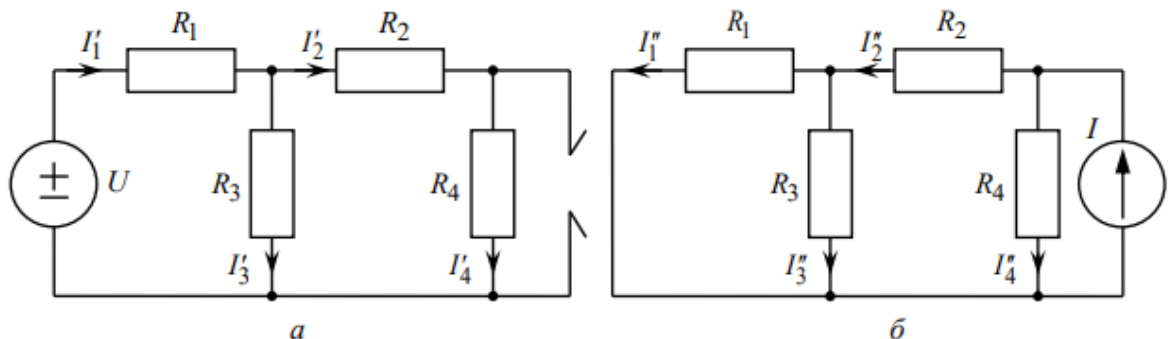
Отчёт по лабораторной работе № 2

Экспериментальное исследование 2.2.1: «Исследование цепи при питании ее от двух источников»



U, В	U1, В	U2, В	U3, В	U4, В	I, мА	I1, мА	I2, мА	I3, мА	I4, мА
2.15	0.39	0.5	1.76	2.26	1.10	0.26	0.34	0.6	0.78

Экспериментальное исследование 2.2.2: «Определение токов цепи методом наложения»



Включены источники	I1, Ма	I2, mA	I3, mA	I4, mA
U	0.65	-0.26	0.39	0.26
I	-0.4	0.6	0.2	0.51
U, I	0.25	0.34	0.59	0.77

Сравнение с результатами измерений в предыдущем пункте:

I1: 0.26 vs 0.25

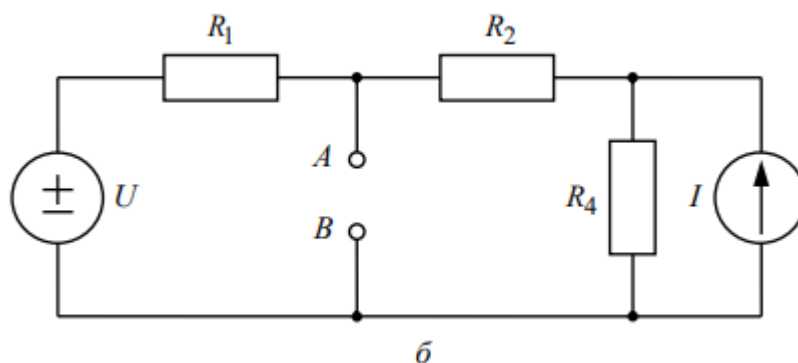
I2: 0.34 vs 0.34

I3: 0.6 vs 0.59

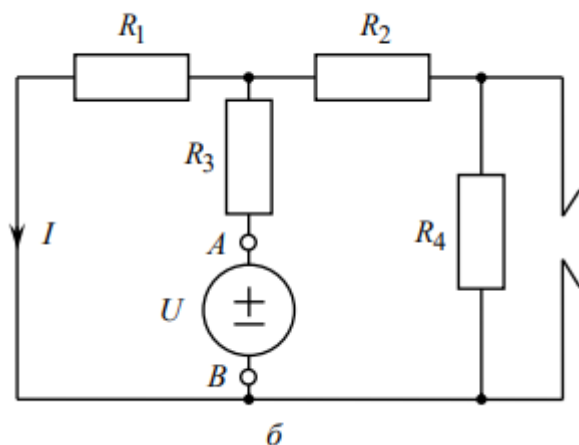
I4: 0.78 vs 0.77

То есть практически полное соответствие.

Экспериментальное исследование 2.2.3: «Определение тока в ветви с сопротивлением R_3 методом эквивалентного источника напряжения»



$$U_{AB} = 2.42 \text{ В}$$



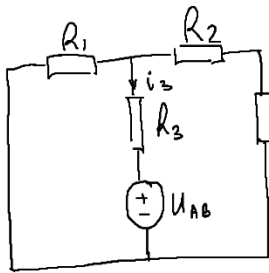
$$I_3 = -0.52 \text{ mA}$$

Сравнение со значением из 2.2.1:

$I_3 = 0.6 \text{ mA}$ vs $I_3 = -0.52 \text{ mA}$ (значения отличаются по знаку из-за способа подключения амперметра; по модулю значения примерно равны)

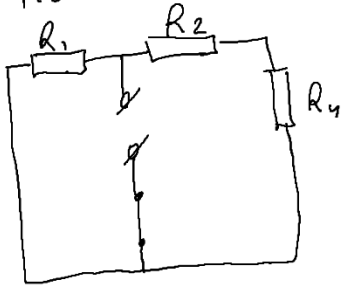
Для данного измерения также была проведена проверка через МЭИН:

Полученный результат ($I_3 = -0.64 \text{ mA}$) приблизительно совпадает с измеренным в 2.2.3 и приблизительно совпадает по модулю с результатом из 2.2.1.



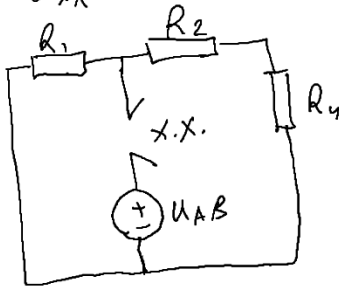
$R_{1,2} = 1,5 \text{ k}\Omega$; $R_{3,4} = 3 \text{ k}\Omega$
 $U_{AB} = 2 \text{ В}$
 $i_3 = ?$

1) R_3 :



$$\begin{aligned}
 R_3 &= R_1 \parallel (R_2 + R_4) \Rightarrow \\
 \Rightarrow R_3 &= \frac{R_1(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_4} = \\
 &= \frac{1,5(1,5 + 3)}{1,5 + 1,5 + 3} = 1,125 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

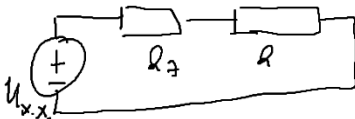
2) $U_{x.x.}$:



В цепи не будет тока
 из-за x.x. в той же
 ветви, где находится
 источник.

$$\Rightarrow U_{x.x.} = -U_{AB} = -2 \text{ В}$$

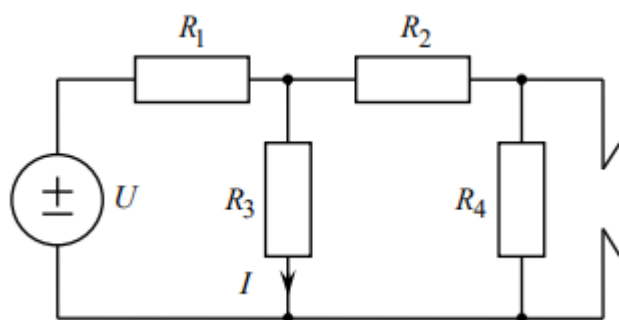
3) МЭУН:



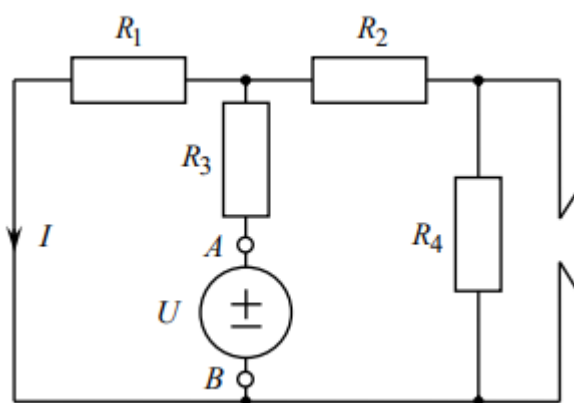
$$\begin{aligned}
 i_R &= \frac{U_{x.x.}}{R_3 + R} = \\
 &= \frac{-2}{1,125 + 2} = -0,64 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Ответ: $i_3 = -0,64 \text{ mA}$

Экспериментальное исследование 2.2.4: «Экспериментальная проверка принципа взаимности»



$$I_3 = 0.39 \text{ mA}$$



$$I_1 = 0.39 \text{ mA}$$

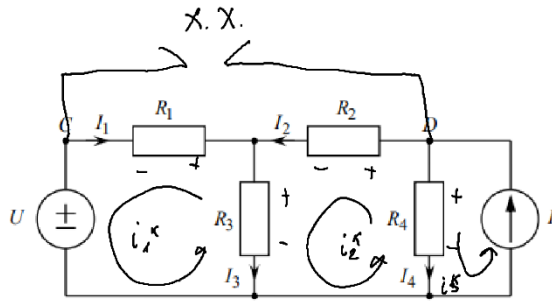
Контрольные вопросы:

1. Каковы результаты контроля данных в 2.2.1?
2. Изменятся ли токи ветвей, если одновременно изменить полярность напряжения ИН и направление тока ИТ на противоположные?
3. Чему равно напряжение между узлами «С» и «D» цепи?
4. Как изменить напряжение ИН, чтобы ток I_1 стал равен нулю?
5. Почему рис. 2.4, б при $U = 0$ реализует схему метода эквивалентного источника напряжения (рис. 2.3, а)?
6. Чему будет равен ток I_1 , если ИН поместить в ветвь 4, а ИТ отключить?
7. Как проконтролировать результаты экспериментов в 2.2.2, 2.2.3 и 2.2.4?

Ответы на контрольные вопросы:

1. Результаты контроля данных таковы, что полученные результаты примерно совпадают.
2. Нет. При одновременном изменении полярности напряжения ИН и направления тока ИТ, уравнения Кирхгофа сохраняют свою форму, так как все знаковые изменения взаимно компенсируются. Другими словами, изменение полярности приведёт к тому, что алгебраические суммы в уравнениях остаются неизменными. Таким образом, согласно единственности решения системы линейных уравнений для данного линейного электрического цепи, токи ветвей не изменятся.

3. -0.35 В



$$\begin{aligned} U_{ex} &= 2 \text{ В} \\ i_{ex} &= 2 \text{ mA} \\ R_1 = R_2 &= 1,5 \text{ кОм} \\ R_3 = R_4 &= 3 \text{ кОм} \end{aligned}$$

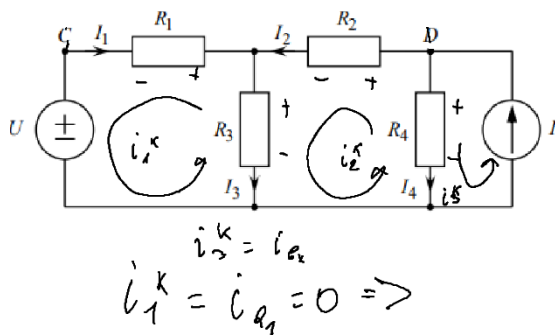
$$i_3^k = 2 \text{ mA}$$

$$\begin{cases} i_1^k (R_1 + R_3) - R_3 \cdot i_2^k = -U_{ex} \\ i_2^k (R_3 + R_2 + R_4) - R_3 \cdot i_1^k - R_4 \cdot i_3^k = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_1^k \cdot 4,5 - 2 i_2^k = -2 \\ -2 i_1^k + 4,5 i_2^k = 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_1^k = -\frac{4}{17} \\ i_2^k = \frac{8}{17} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} i_{R1} = i_1^k = -\frac{4}{17} \approx -0,23 \text{ mA} \\ i_{R2} = i_2^k = \frac{8}{17} \approx 0,47 \text{ mA} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_{R1} = -\frac{6}{17} \approx -0,35 \text{ В} \\ U_{R2} = \frac{12}{17} \approx 0,7 \text{ В} \end{cases}$$

$$\Rightarrow U_{xx} + U_{R1} + U_{R2} = 0 \Rightarrow U_{xx} = -U_{R1} - U_{R2} = -\frac{6}{17} \approx -0,35 \text{ В}$$

4. 1.06 В



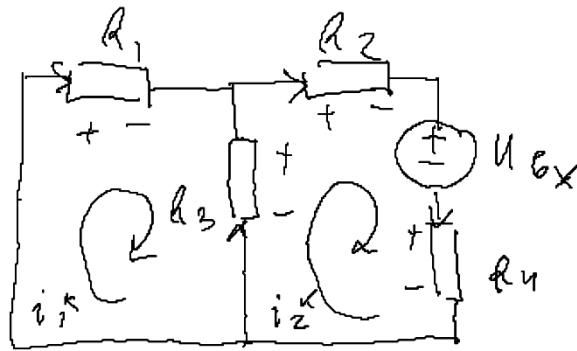
$$\begin{aligned} U_{ex} &= 2 \text{ В} \\ i_{ex} &= 2 \text{ mA} \\ R_1 = R_2 &= 1,5 \text{ кОм} \\ R_3 = R_4 &= 3 \text{ кОм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i_3^k &= i_{ex} \\ i_1^k = i_{R1} &= 0 \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\begin{cases} 0 \cdot (R_1 + R_3) - i_2^k \cdot R_3 = -U_{ex} \\ (R_3 + R_2 + R_4) \cdot i_2^k - 0 \cdot R_3 = R_4 \cdot i_3^k \end{cases} \Rightarrow i_2^k = \frac{8}{15} \Rightarrow U_{ex} = \frac{8}{15} \cdot 2 = \frac{16}{15} \approx 1,06 \text{ В}$$

5. Потому, что в цепи остался единственный источник с последовательным к нему сопротивлением R_3 , в то время как прочие резисторы образуют $R_э$.

6. -0.13 mA



$$U_{ex} = 2 \text{ В}$$

$$R_1 = R_2 = 1,5 \text{ к}\Omega$$

$$R_3 = R_4 = 3 \text{ к}\Omega$$

$$\begin{cases} (R_1 + R_3) i_1^k - R_3 \cdot i_2^k = 0 \\ -R_3 \cdot i_1^k + (R_2 + R_3 + R_4) i_2^k = -U_{ex} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_1^k = -\frac{16}{119} \\ i_2^k = -\frac{36}{119} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow i_1 = i_1^k = -\frac{16}{119} \approx -0,13 \text{ mA}.$$

7. Для контроля данных можно провести теоретические расчёты, используя МКТ, МУН, законы Кирхгофа и другие методы расчёта резистивных цепей.