ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1
(з використанням Multisim)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТИХ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Мета роботи

1. Ознайомитися з елементами інтерфейсу, принципами роботи та отримати початкові навички роботи з програмним комплексом Multisim при дослідженні електричних кіл постійного струму.

2. Одержати практичні навички зі складання електричних схем, вимірювання струмів, напруг і опорів.

3. Дослідити прості лінійні електричні кола постійного струму за різного з'єднання елементів (послідовного, паралельного, змішаного).

1.1. Загальні положення

Електричним колом постійного струму називається: по-перше, сукупність пристроїв, призначених для передачі, розподілу та взаємного перетворення електричної та інших видів енергії за незмінних в часі струмів і напруг; по-друге, це сукупність моделей (електричних схем).

В теорії електричних кіл користуються такими поняттями як гілка та вузол кола.

Гілка електричного кола – це ділянка, що містить один або кілька з'єднаних один за одним елементів без розгалуження, розташована між двома вузлами, уздовж якої протікає один і той же електричний струм.

Вузол електричного кола – це точка з'єднання трьох або більше гілок.

До простих електричних кіл відносять кола, які можуть бути спрощені за допомогою еквівалентних замін послідовних, паралельних або змішаних (послідовно-паралельних) з'єднань елементів.

За послідовного з'єднання між елементами відсутні вузли. Характерною відзнакою послідовного з'єднання є те, що по всіх елементах проходить однаковий струм.

За паралельного з'єднання всі гілки приєднані до однієї пари вузлів, тому всі вони мають однакову напругу.

1.2. Опис роботи з набірним полем програмного комплексу Multisim

Центральна частина відкритого вікна програмного комплексу Multisim є набірним (білим з пунктирною сіткою) полем для моделювання електричного кола (рис.1). Безпосередньо над набірним полем знаходяться кнопки вибору та застосування елементів електричного кола. Перша ліворуч функціональна кнопка **Sources**  дозволяє вибрати джерела живлення (POWER SOURCES), заземлення (GROUND), давачі струму (CONTROLLED CURRENT) та напруги

тощо. Наступна друга кнопка **Basic** дозволяє вибирати пасивні елементи, такі як резистор (RESISTOR), конденсатор (CAPACITOR), індуктивність (INDUCTOR), перемикач (SWICH) та інші. Десята кнопка меню **Indicator** дозволяє вставляти обрати в електричне коло вольтметри та амперметри.

В електричній схемі для зміни характеристик елемента, який знаходиться на робочому полі, слід подвійно кликнути на елементі, при цьому з'явиться додаткове вікно його параметрів.

Для електричного з'єднання елементів між собою (моделювання електричних дротів) на набірному полі слід, підвівши курсор миші до кінцівки елементу, натиснути ліву кнопку миші та спрямувати курсор до кінцівки наступного елементу. Досліджувану електричну схему необхідно складати на набірному полі у відповідності до принципової схеми, враховуючи відмінності графічного позначення елементів (рис.1.2). Для створення електричного кола слід спочатку розмістити на набірному полі електричні елементи (джерела EPC, резистори, конденсатори, котушки індуктивності та інші), а потім з'єднати їх.

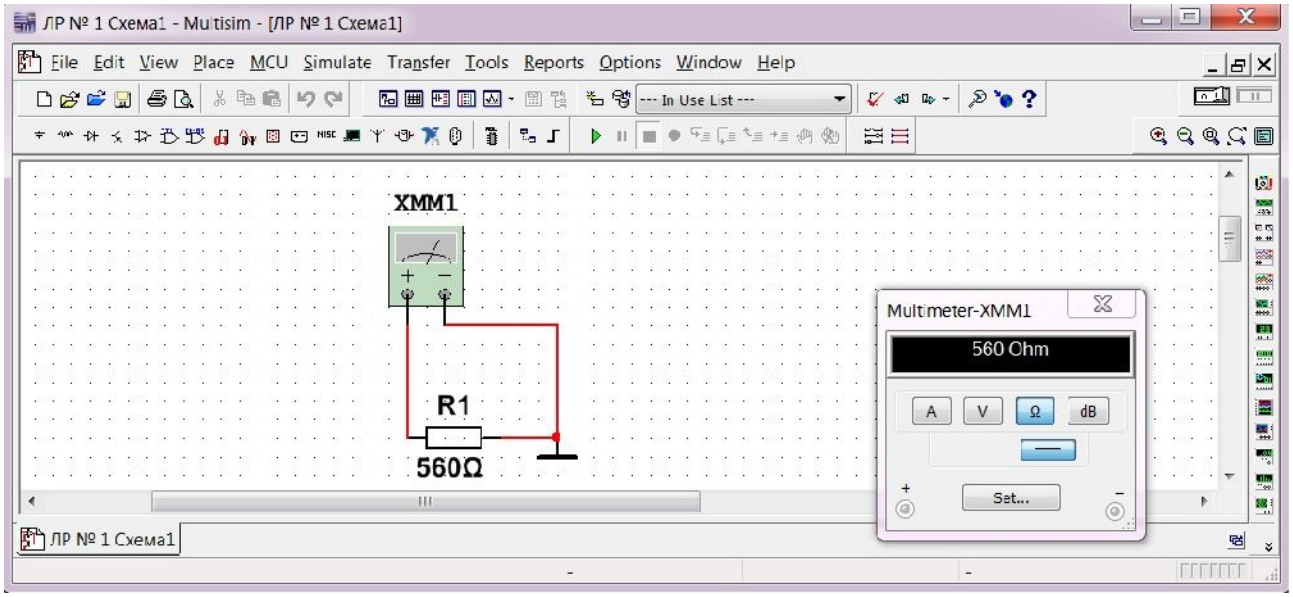

Рисунок 1.1 – Вимірювання опору мультиметром в програмному комплексі Multisim

Для увімкнення режиму моделювання електричних процесів в колі будь-якого з джерел живлення необхідно тумблер «Simulation» перевести в положення «ON», або натиснути на кнопку «Run» (зелений трикутник) . При цьому повинна засвітитися кнопка закінчення моделювання «Stop» .

Прилади, які розташовані на правій боковій панелі, використовуються для різнобічного аналізу та контролю електричних величин. Перша кнопка панелі праворуч − мультиметр. Мультиметр може працювати в режимі вольтметра, омметра та амперметра.

Для вимірювання за допомогою мультиметра необхідно:

− перетягнути кнопку мультиметра на набірне поле;

− з'єднати вимірювальний прилад дротами із досліджуваним колом , зібраним на набірному полі;

− після подвійного кліку на приладі обрати кнопку, що відповідає роду вимірюваної величини;

− провести вимірювання, розпочавши процес моделювання.

Слід пам'ятати, що для вимірювання напруги вольтметр підключається паралельно досліджуваній ділянці без змін у схемі. Для вимірювання струму амперметр підключається послідовно з елементами у спеціально зроблений розрив у тій гілці, по якій проходить вимірюваний струм.

Спостереження за формою змінних у часі сигналів здійснюється за допомогою осцилографа.

УВАГА: Збирати та розбирати електричні схеми на набірному полі можна тільки у вимкненому режимі моделювання.

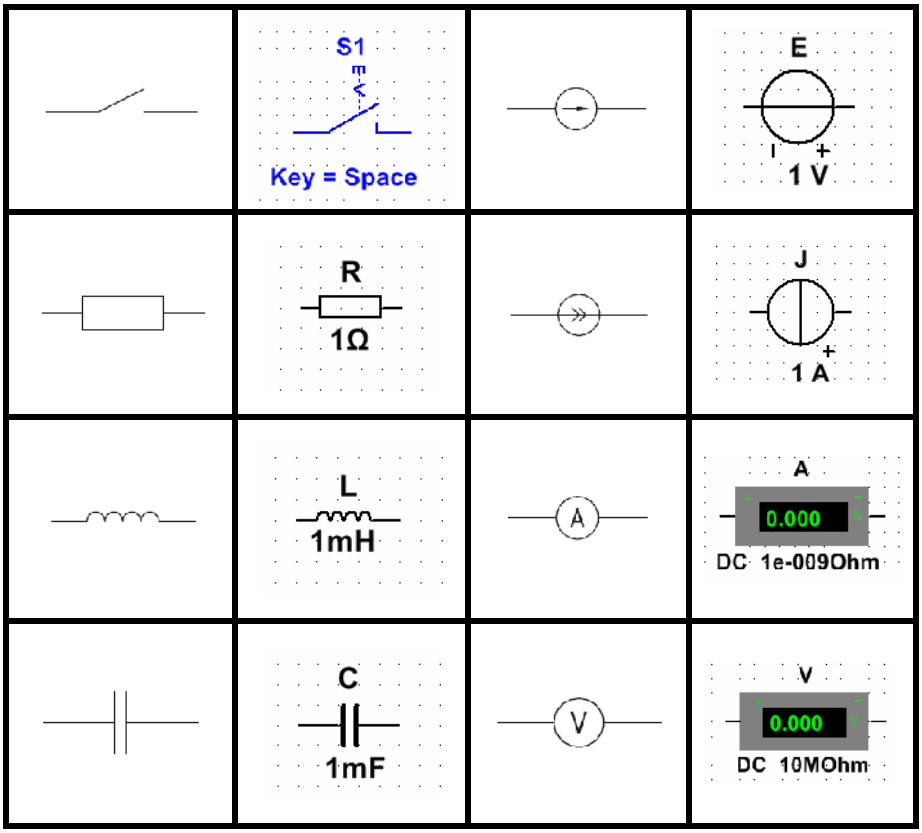

Рисунок 1.2 – Відповідність позначення за ЄСКД елементів в принципових схемах електричних кіл з елементами на набірному полі програмного комплексу Multisim (standard DIN).

1.3. Порядок виконання роботи

До початку виконання лабораторної роботи необхідно підготувати бланк ПРОТОКОЛУ (ДОДАТОК 1).

УВАГА: Роботу виконувати згідно цього опису, а результати експериментальних вимірювань слід заносити до відповідних таблиць ПРОТОКОЛУ.

1. Вимірювання опорів резисторів, які будуть використані у дослідженнях електричних кіл

Опір вимірюється мультиметром (кнопка ) в режимі омметра.

1.1. Підготувати мультиметр до вимірювання опору (режим омметра):

− перенести мультиметр на набірне поле, та під'єднати до резистора;

− у додатковому вікні приладу натиснути кнопку вимірювання «Ω»;

− запустити моделювання в Multisim (натиснути кнопку «Run»);

− зупинити моделювання в Multisim (натиснути кнопку «Stop»).

1.2. Виміряти опори резисторів, номери яких наведені в табл. 1, розташувавши їх на набірному полі і по черзі підключаючи до них з'єднувальні дроти мультиметра.

Зверніть увагу, що опори резисторів вимірюються окремо в електричному колі, що складається з резистора мультиметра та заземлення (рис. 1.1).

Результати вимірювань опорів занести до табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати вимірювань опорів резисторів

Позначення на схемі	Формула розрахунку опору резистора, Ом	Величина виміряного опору резистора, Ом
R_1	$100+10\cdot N$	
R_2	$200+10\cdot N$	
R_3	$300+10\cdot N$	
R_4	$400+10\cdot N$	

(N – номер в журналі)

УВАГА: Для коректного моделювання процесів в Multisim коло має бути заземлене. Наприклад, можна (один раз) заземлити негативний затискач джерела ЕРС.

2. Дослідження електричного кола за послідовного з'єднання елементів

2.1. На набірному полі зібрати схему досліджуваного електричного кола, наведену на рис. 1.3.

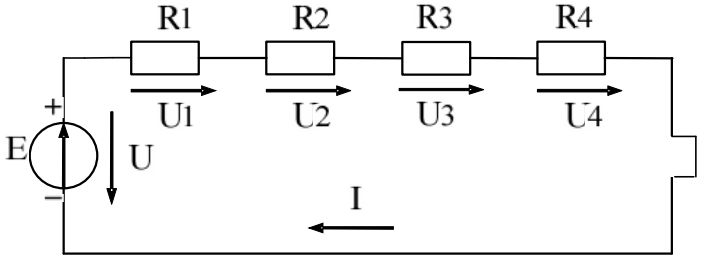

Рисунок 1.3 – Схема електричного кола за послідовного з'єднання елементів

В схемах передбачена перемичка (позначається ∏). Під час досліджень замість неї в розрив, що утворюється для вимірювання струму підключається амперметр.

Джерело живлення (ЕРС) E_1 **має номінал 30 В**.

Під час проведення досліджень необхідно виміряти струм I, напругу U джерела, напруги U_1, U_2, U_3 і U_4 на всіх резисторах схеми та окремо, від'єднавши джерело живлення, виміряти загальний опір електричного кола R.

2.2. Амперметр підключається послідовно з елементами досліджуваного електричного кола і з полярністю відповідно до вказаного на схемі позитивного напрямку струму («+» на приладі має бути приєднаний до «+» джерела).

Виміряти струм, запустивши моделювання в Multisim.

Зібрану на набірному полі Multisim схему скопіювати (меню: **Tools/Capture_screene_area**) та вставити в Протокол, нижче принципової схеми.

Результати вимірювання струму в мА занести до табл. 2 у графу «виміряні».

Таблиця 1.2 – Результати вимірювань і розрахунків параметрів електричного кола за послідовного з'єднання елементів

Величини	Параметри						
	I, мА	U, В	U_1, В	U_2, В	U_3, В	U_4, В	R, Ом
виміряні							
розраховані							

2.3. Підготувати вольтметри для вимірювання напруги.

Вольтметри підключаються паралельно до елементів досліджуваного електричного кола і у відповідності до вказаного на схемі позитивного напрямку напруги (початок стрілки це «+» на приладі).

2.4. Підключити вольтметри паралельно досліджуваним елементам в схемі електричного кола, зібраного на набірному полі, включити моделювання в Multisim та зафіксувати напруги:

− U джерела живлення E_1;

− U_1, U_2, U_3, U_4 на резисторах R_1, R_2, R_3, R_4 відповідно.

Результати вимірювань напруг занести в табл. 1.2 до графи «виміряні».

2.5. Виміряти загальний опір електричного кола R за послідовного з'єднання елементів:

− відключити від схеми джерело живлення E_1, а замість нього підключити мультиметр в режимі омметра;

− виконати вимірювання опору, як описано в пункті 1.1.

Результат вимірювання опору занести в табл. 2 до графи «виміряні».

2.6. За законом Ома провести розрахунок даного електричного кола. Вихідними даними для розрахунку є величини опорів резисторів (табл. 1.1) та величина напруги U джерела живлення (табл. 1.2). Результат розрахунку занести в таблицю 2 до графи «розраховані».

Записати другий закон Кірхгофа для контуру і перевірити його виконання.

Якщо результати вимірювань та результати розрахунків мають розбіжність, що перевищує 20%, треба повторити вимірювання, або розрахунки.

Результати дослідження показати викладачу.

Зберегти файл схеми.

3. Дослідження електричного кола за паралельного з'єднання елементів

3.1. На набірному полі зібрати схему досліджуваного електричного кола, наведену на рис. 1.4.

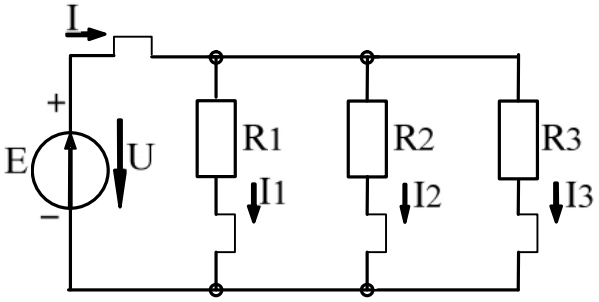

Рисунок 1.4 – Схема електричного кола за паралельного з'єднання елементів

В кожній гілці схеми є перемичка. Під час досліджень замість неї (в розрив) для вимірювання струму підключається амперметр.

3.2. Виміряти напругу U джерела живлення E_1, загальний струм I і струми I_1, I_2, I_3 гілок електричного кола, як описано в пунктах 2.2 - 2.4.

Результати вимірювань занести в таблицю 3 до графи «виміряні».

Зібрану на набірному полі Multisim схему скопіювати (меню: **Tools/Capture_screene_area**) та вставити в Протокол, нижче принципової схеми.

Таблиця 1.3 – Результати вимірювань і розрахунків параметрів електричного кола за паралельного з'єднання елементів

Величини	Параметри					
	U, В	I, мА	I_1, мА	I_2, мА	I_3, мА	R, Ом
виміряні						
розраховані						

3.3. Виміряти загальний опір електричного кола R за паралельного з'єднання елементів:

− відключити від схеми джерело живлення E_1, а замість нього підключити мультиметр в режимі омметра;

− виконати вимірювання опору, як описано в пункті 1.1.

Результати виміру занести в таблицю 1.3 до графи «виміряні».

3.4. За законом Ома провести розрахунок електричного кола (рис. 1.4). Вихідними даними для розрахунків є величини опорів резисторів (табл. 1.1) та величина напруги U джерела живлення (табл. 1.3). Результати розрахунків занести в табл. 1.3 до графи «розраховані».

Записати перший закон Кірхгофа для вузла та перевірити його виконання.

Якщо результати вимірювань та результати розрахунків мають розбіжність, що перевищує 20%, треба повторити вимірювання.

Результати дослідження показати викладачу.

Зберегти файл схеми.

4. Дослідження електричного кола за змішаного (послідовно – паралельного) з'єднання елементів

4.1. На набірному полі зібрати схему досліджуваного електричного кола, наведену на рис. 1.3.

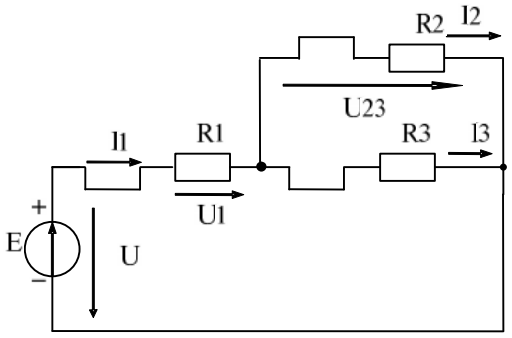

Рисунок 1.3 – Схема електричного кола за змішаного з'єднання елементів

Під час проведення досліджень необхідно виміряти струми I_1, I_2, I_3 в гілках, напругу U джерела, напруги U_1, U_2, U_3, на усіх резисторах схеми і загальний опір електричного кола R_e.

4.2. Виміряти напругу U джерела живлення E_1, напруги U_1, U_{23} на всіх резисторах схеми, а також струми I_1, I_2, I_3 всіх гілок.

Зібрану на набірному полі Multisim схему скопіювати (меню: **Tools/Capture_screene_area**) та вставити в Протокол, нижче принципової схеми.

Результати вимірів занести в табл. 1.4 до графи «виміряні».

Таблиця 1.4 – Результати вимірювань параметрів електричного кола за змішаного з'єднання елементів

Величини	Параметри						
	U, В	U_1, В	U_{23}, В	I_1, мА	I_2, мА	I_3, мА	R, Ом
виміряні							
розраховані							

4.3. Від'єднати від схеми провідники, якими підключене джерело живлення E_1 та виміряти загальний опір R електричного кола при послідовно-паралельному з'єднанні елементів.

Результат виміру занести в табл. 1.4 до графи «виміряні».

4.4. За законом Ома провести розрахунок електричного кола. Вхідними даними є величини опорів резисторів (табл. 1.1) та величина напруги U джерела живлення (табл. 1.4). Результати розрахунків занести в табл. 4 до графи «розраховані».

Записати закони Кірхгофа для вузла та контуру. Перевірити їх виконання.

Якщо результати вимірювань та результати розрахунків мають розбіжність, що перевищує 20%, треба повторити вимірювання.

Результати дослідження показати викладачу.

Зберегти файл схеми.

5. Виконання розрахунків за результатами експериментів

УВАГА: Дані для розрахунків брати з відповідних таблиць ПРОТОКОЛУ.

5.1. Провести розрахунки електричного кола за послідовного з'єднання елементів. Даними для розрахунків є величини опорів резисторів (табл. 1.1) та величина напруги *U* джерела живлення (табл. 1.2).

За законом Ома для електричного кола за послідовного з'єднання елементів струм розраховується за формулою:

$$I = \frac{E}{R_e},$$

де еквівалентний опір $R_e = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$.

Для кожної з пасивних ділянок електричного кола напруга розраховується за формулою:

$$U = IR.$$

Результати розрахунків занести до табл. 1.2.

5.2. Провести розрахунки електричного кола за паралельного з'єднання елементів. Даними для розрахунків є величини опорів резисторів (табл. 1.1) та величина напруги *U* джерела живлення (табл. 1.3).

За законом Ома для електричного кола за паралельного з'єднання елементів струм розраховується за формулою:

$$I = EG_e,$$

де еквівалентна провідність $G_e = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$.

Для кожної з пасивних ділянок електричного кола струм розраховується за формулою:

$$I = UG.$$

Результати розрахунків занести в табл. 1.3 до графи «розраховані».

5.3. Провести розрахунки електричного кола за змішаного з'єднання елементів. Даними для розрахунків є величини опорів резисторів (табл. 1.1) та величина напруги *U* джерела живлення (табл. 1.4).

За законом Ома для електричного кола при змішаному з'єднанні елементів струм розраховується за формулою:

$$I = \frac{E}{R_e},$$

де еквівалентний опір $R_e = R_1 + R_{2,3}$, а $R_{2,3} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$.

Для кожної з пасивних ділянок електричного кола струм розраховується за формулою:

$$I = \frac{U}{R}$$, а напруга $U = IR$.

Результати розрахунків занести в табл. 1.4 до графи «розраховані».

5.4. Провести аналіз розрахунків.

Питання для контролю

1. Дати визначення електричного кола.
2. Дати визначення електричного струму.
3. Дати визначення електричної напруги.
4. Сформулювати та записати закон Ома для пасивної ділянки.
5. Сформулювати та записати закон Ома для активної ділянки.
6. Дати визначення пасивних елементів електричного кола.
7. Дати визначення активних елементів електричного кола.
8. Як прийнято називати зв’язок між напругою, струмом і опором пасивної ділянки?
9. Сформулювати та записати перший закон Кірхгофа.
10. Сформулювати та записати другий закон Кірхгофа.

ДОДАТОК 1

Група _____
Студент _____
П.І.пБ.
Викладач_____
П.І.пБ.

ПРОТОКОЛ
виконання лабораторної роботи №1

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТИХ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Таблиця 1.1 – Результати вимірювань опорів резисторів

Позначення на схемі	Формула розрахунку опору резистора, Ом	Величина виміряного опору резистора, Ом
R_1	$100+10\cdot N$	
R_2	$200+10\cdot N$	
R_3	$300+10\cdot N$	
R_4	$400+10\cdot N$	

(N – номер в журналі)

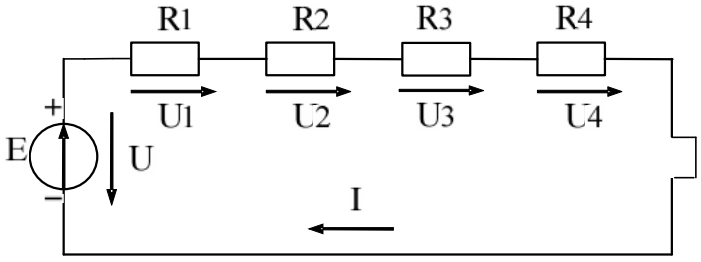

Рисунок 1.1 – Схема електричного кола за послідовного з’єднання елементів

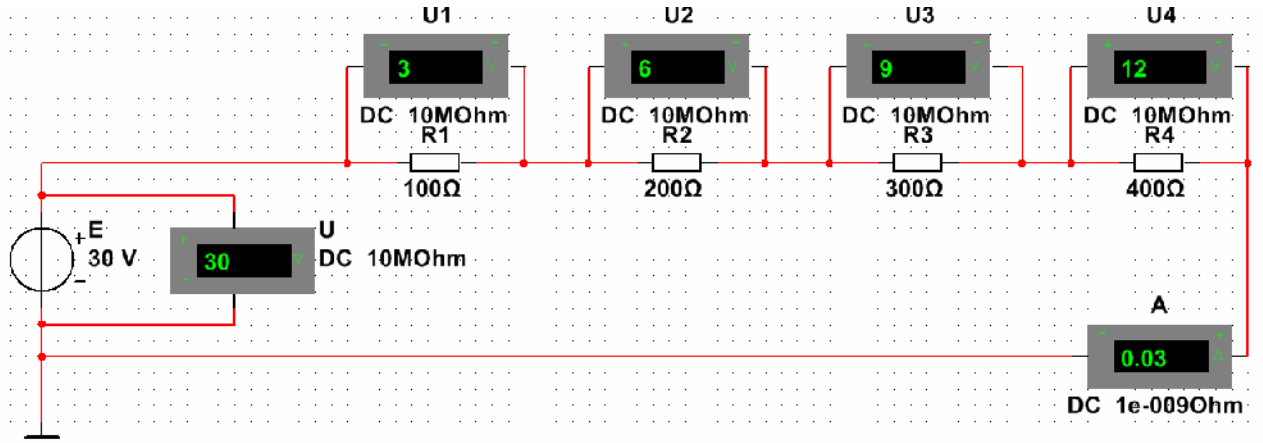

Рисунок 1.2 – Модель електричного кола за послідовного з’єднання елементів

Таблиця 1.2 – Результати вимірювань і розрахунків параметрів електричного кола за послідовного з’єднання елементів

Величини	Параметри						
	I, мА	U, В	U_1, В	U_2, В	U_3, В	U_4, В	R, Ом
виміряні							
розраховані							

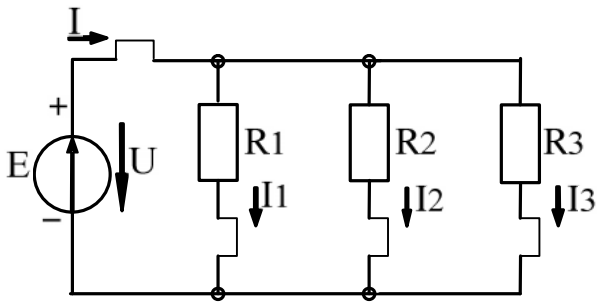

Рисунок 1.3 – Схема електричного кола за паралельного з’єднання елементів

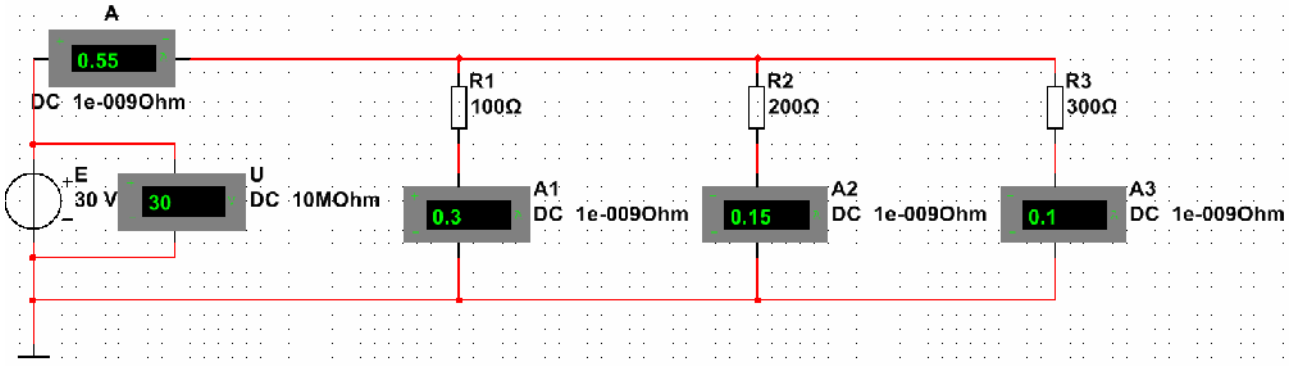

Рисунок 1.4 – Модель електричного кола за паралельного з’єднання елементів

Таблиця 1.3 – Результати вимірювань і розрахунків параметрів електричного кола за паралельного з’єднання елементів

Величини	Параметри					
	U, В	I, мА	I_1, мА	I_2, мА	I_3, мА	R, Ом
виміряні						
розраховані						

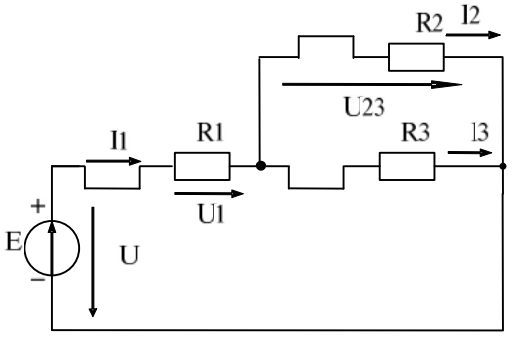

Рисунок 1.5 – Схема електричного кола за змішаного з’єднання елементів

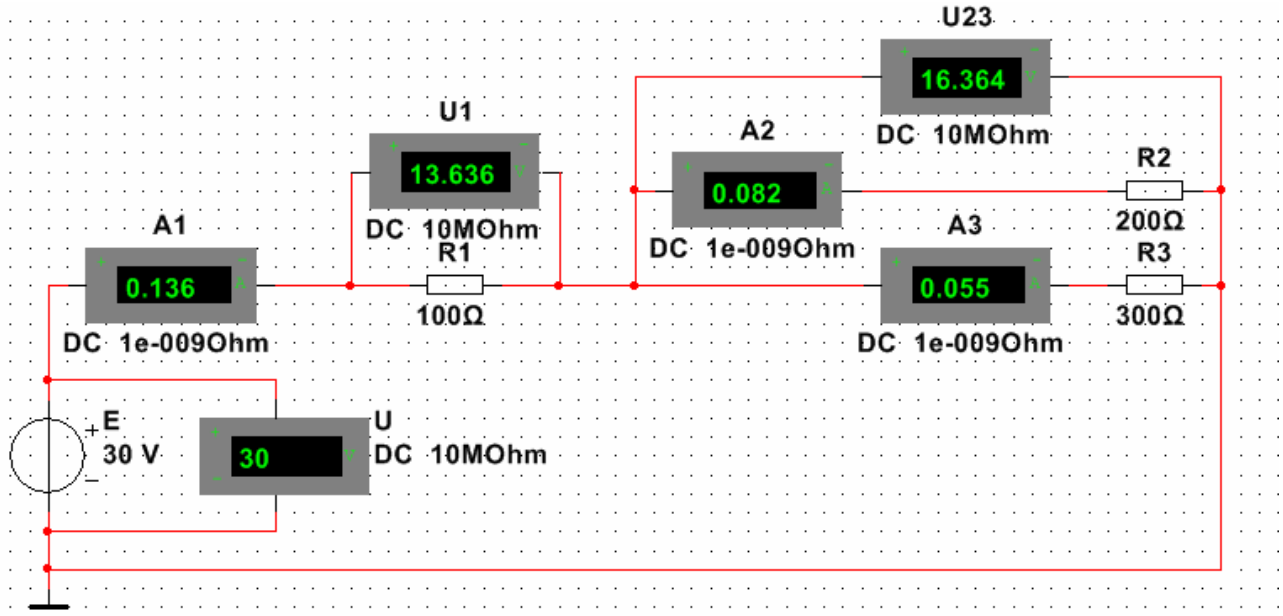

Рисунок 1.6 – Модель електричного кола за змішаного з’єднання елементів

Таблиця 1.4 – Результати вимірювань і розрахунків параметрів електричного кола за змішаного з’єднання елементів

Величини	Параметри						
	U, В	U_1, В	U_{23}, В	I_1, мА	I_2, мА	I_3, мА	R, Ом
виміряні							
розраховані							