

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

МЕТОД ЕКВІВАЛЕНТНОГО ГЕНЕРАТОРА В КОЛАХ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Мета роботи: експериментально перевірити метод еквівалентного генератора (теорему Тевенена) у складному лінійному колі постійного струму.

5.1. Загальні положення

Метод еквівалентного генератора застосовується для розрахунку струму в одній із гілок складного лінійного кола.

Гілку, де визначається струм через резистор R_n , можна виділити як навантаження двополюсника, позначеного прямокутником з буквою А. При цьому усі резистори двополюсника можна врахувати одним еквівалентним резистором R_{BX} , а активну дію двополюсника – одним еквівалентним джерелом $E_\Gamma = U_{XX}$ (дивись рис. 1). В цьому полягає зміст методу про еквівалентний генератор (МЕГ).

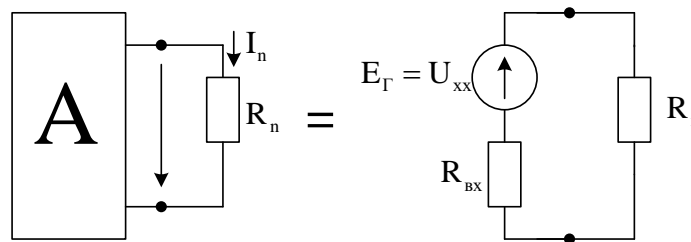


Рисунок 5.1

Згідно з МЕГ струм у будь-якій виділеній гілці складного електричного кола обчислюється за формулою:

$$I_n = \frac{U_{XX_n}}{R_n + R_{BX_n}},$$

де U_{XX_n} – напруга на розімкнутих затискачах n -ї гілки (напруга холостого ходу);

R_{BX_n} – опір всієї всього кола відносно розімкнутих затискачів n -ї гілки за умови, що всі джерела ЕРС закорочені (їхні внутрішні опори $R_{BH_E} = 0$), а джерела струму розімкнуті (їхні внутрішні опори $R_{BH_J} = \infty$);

R_n – опір виділеної n -ї гілки.

Таким чином, для знаходження величини струму за допомогою ТЕГ необхідно визначити напругу холостого ходу U_{XX} та вхідний опір R_{BX} експериментально або аналітично.

Для аналітичного розрахунку U_{XX} застосовують другий закон Кірхгофа, а R_{BX} розраховується за методом еквівалентного перетворення опорів.

5.2. Порядок виконання роботи

До початку виконання лабораторної роботи підготувати бланк ПРОТОКОЛУ (ДОДАТОК 5.1).

У ПРОТОКОЛІ намалювати схему досліджуваного електричного кола згідно з варіантом (ДОДАТОК 5.2).

УВАГА: роботу виконувати згідно з методичними вказівками, а результати експериментальних вимірювань заносити до відповідних таблиць ПРОТОКОЛУ.

5.3. Експериментальна перевірка метода еквівалентного генератора в складному лінійному колі постійного струму

5.3.1. В Multisim мультиметром в режимі омметра виміряти опори резисторів (рис. 5.1), номери яких наведені в табл. 5.1 протоколу.

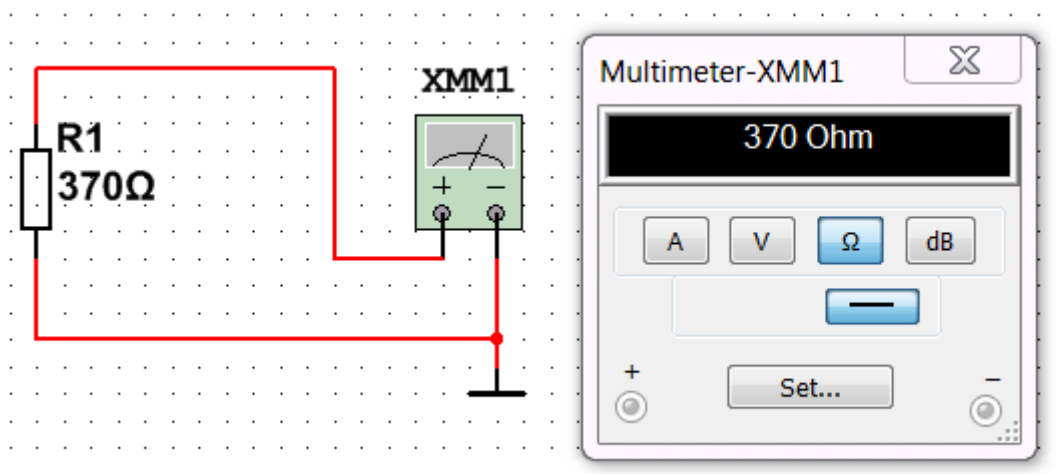


Рисунок 5.1 – Вимірювання опору мультиметром в програмному комплексі Multisim

Результати вимірювань занести в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати вимірювань опорів резисторів

Позначення на схемі	Формула розрахунку опору резистора, Ом	Величина виміряного опору резистора, Ом
R_1	$350+10 \cdot N$	
R_2	$300+10 \cdot N$	
R_3	$100+10 \cdot N$	
R_4	$200+10 \cdot N$	
R_5	$150+10 \cdot N$	
R_6	$250+10 \cdot N$	

(N – номер в журналі)

5.3.2. На набірному полі Multisim зібрати модель досліджуваного електричного кола згідно з варіантом N , що відповідає номеру у журналі групи (Додаток 5.2).

Джерелами електричної енергії EPC в колі є залежне від номеру варіанту N джерело $E_1 = 15 + N$ (В) і однакове для всіх варіантів джерело живлення $E_2 = 12$ В.

Для перевірки методу еквівалентного генератора слід виконати вимірювання та розрахунки окремо для кожної з двох гілок з резисторами: $n = 3$ і $n = 5$.

Перед початком вимірювань на принциповій схемі вказати довільно вибрані позитивні напрямки струмів в гілках з $n=3$ і $n=5$.

У дослідженнях в Multisim замість перемички в гілках з $n = 3$ і $n = 5$ (в розрив) підключається амперметр в режимі DC (постійний струм). Амперметр підключається послідовно з елементами досліджуваної гілки електричного кола та з полярністю відповідно до вибраного позитивного напрямку струму («+» на приладі відповідає початку стрілки струму, «-» відповідає кінцю стрілки).

Підключити вольтметри до джерел EPC та паралельно резисторам з $n = 3$ і $n = 5$.

У з'єднанні вольтметра з EPC «+» приладу слід підключати до «+» джерела.

Полярність (від «+» до «-») приєднання вольтметра для вимірювання напруги має відповідати вибраному напрямку струму через кожен резистор.

5.3.3. Запустити моделювання в Multisim (натиснути кнопку «Run»).

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

5.3.4. Виміряти напругу джерела E_1 . Результат вимірювання записати перед табл. 5.2.

$$E_1 = \quad \text{В}; \quad E_2 = 12 \text{ В}$$

Таблиця 5.2 – Результати вимірювань та розрахунків параметрів

Номер гілки	Результати вимірювань				Результати розрахунків
	I_n , мА	U_n , В	U_{xx_n} , В	R_{xx_n} , кОм	I_n , мА
$n=3$					
$n=5$					

5.3.5. Для перевірки методу еквівалентного генератора виконати вимірювання та розрахунки окремо для кожної з двох гілок, що містять резистори з номерами $n = 3$ і $n = 5$.

Виміряти амперметром струм I_n , в досліджуваній гілці.

Результати вимірювання занести до табл. 5.2.

5.3.6. Виміряти вольтметром, підключеним паралельно резистору, падіння напруги U_n на опорі.

Результати вимірювання занести до табл. 5.2.

Розрахувати струм I_n за законом Ома $\left(I_n = \frac{U_n}{R_n} \right)$ та порівняти його з виміряним у пункті 5.3.5. струмом I_n . Якщо між ними різниця становить більше 5%, експеримент повторити.

Зупинити моделювання в Multisim (натиснути кнопку «Stop»).

5.3.7. Вилучити один з двох дотів, якими резистор приєднаний до досліджуваної гілки (рис. 5.2).

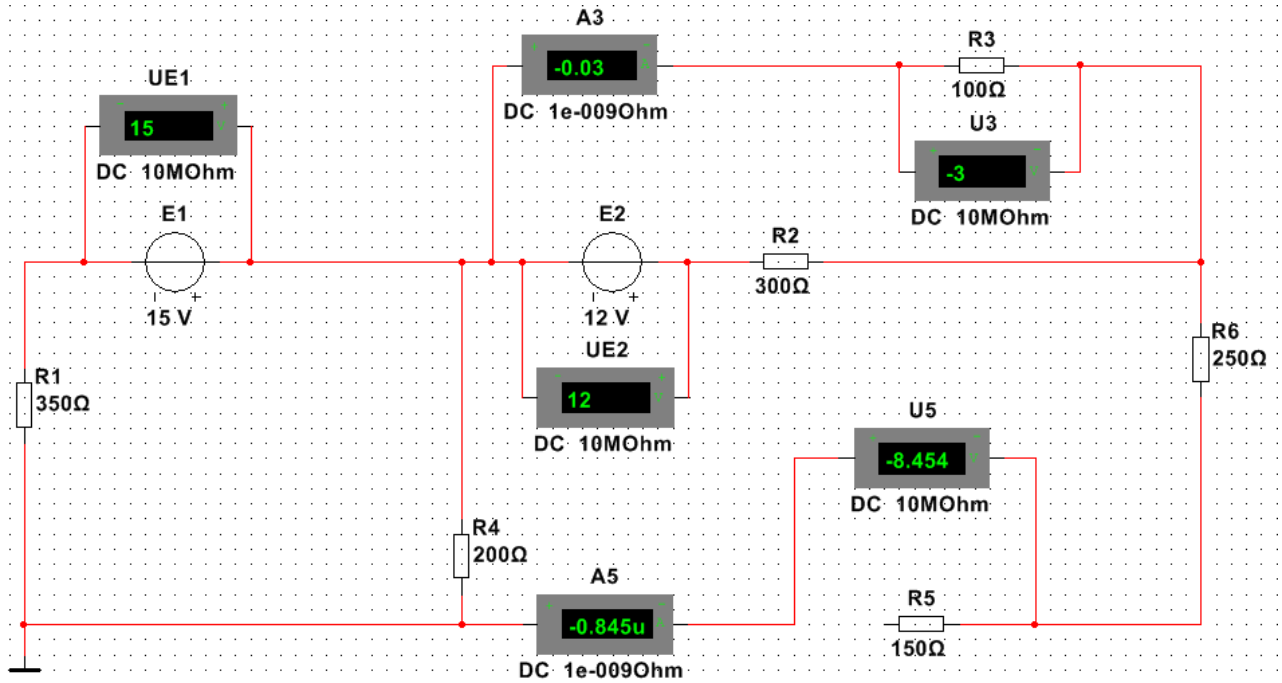


Рисунок 5.2 – Вимірювання напруги холостого ходу вольтметром, підключеним паралельно резистору з $n=5$

Запустити моделювання в Multisim (натиснути кнопку «Run»).

Виміряти вольтметром в досліджуваній гілці напругу холостого ходу U_{xx_n} .

Результати вимірювання занести до табл. 5.2.

Зупинити моделювання в Multisim (натиснути кнопку «Stop»).

В розрив замість резистора в досліджуваній гілці підключити мультиметр з панелі приладів, розташованих праворуч набірному полю Multisim (рис. 5.3).

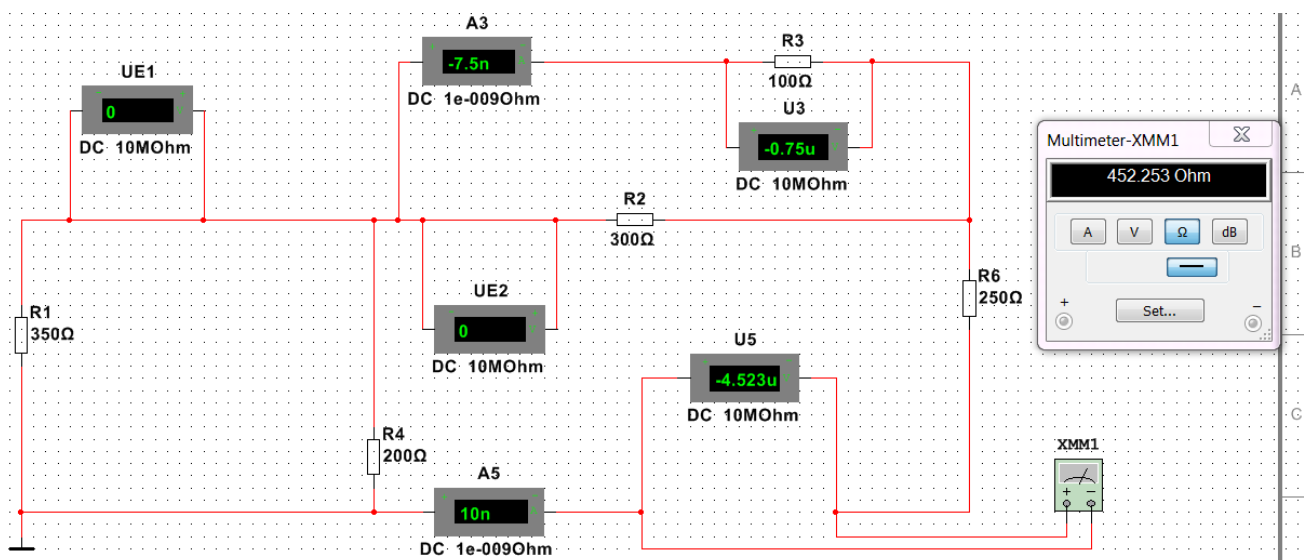


Рисунок 5.3 – Вимірювання мультиметром в гілці $n=5$ вхідного опору

Вилучити зі схеми підключені джерела ЕРС, а замість них поставити перемички (дроти).

Запустити моделювання в Multisim (натиснути кнопку «Run»).

Перевівши мультиметр в режим омметра (Ω), виміряти вхідний опір R_{ex_n} .

Результати вимірювання занести до табл. 5.2.

Зупинити моделювання в Multisim (натиснути кнопку «Stop»).

5.3.8. Провести розрахунки струму I_n за формулою:

$$I_n = \frac{U_{xxn}}{R_n + R_{ex}}$$

Результати розрахунків занести до табл. 5.2.

Порівняти виміряні і розраховані струми I_n для кожної досліджуваної гілки.

Якщо між ними різниця становить більше 5%, експеримент повторити.

5.3.9. Зібрати електричне коло, яке складається з навантаженого резистором R_n еквівалентного генератора, ЕРС якого дорівнює напрузі холостого ходу U_{xxn} , а внутрішній опір дорівнює вхідному опору R_{ex_n} (рис.5.4.). Амперметром або мультиметром в режимі амперметра виміряти струм I_n в цьому одноконтурному колі. Порівняти результати вимірів з отриманими в п. 5.3.5.

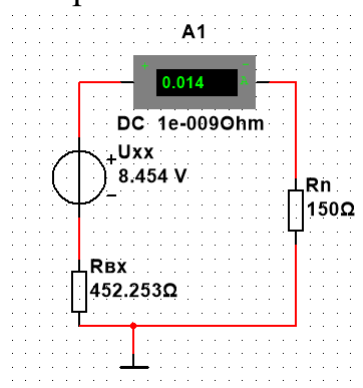


Рисунок 5.4 – Вимірювання амперметром струму в гілці $n=5$ після заміни кола еквівалентним генератором

Зберегти файл схеми.

Результати дослідження показати викладачу.

УВАГА: перед дослідженнями в наступній гілці відновити початкову схему.

5.4. Виконання аналітичного розрахунку струмів в гілках досліджуваного електричного кола

Аналітично розрахувати струми I_3 , I_5 третьої і п'ятої гілок досліджуваної схеми методом еквівалентного генератора.

Вихідні дані для розрахунку: величини опорів наведені в табл. 5.1; величини E_1 , E_2 – перед табл. 5.2.

Результати розрахунку струмів I_3 , I_5 занести до таблиці 5.3 та порівняти їх з експериментальними величинами в табл. 5.2.

Таблиця 5.3 – Результати аналітичних розрахунків

Номер гілки	Розраховані величини		
	U_{xx_n} , В	R_{ex_n} , Ом	I_n , мА
$n = 3$			
$n = 5$			

Зробити висновок.

Питання для контролю.

1. Дати визначення контуру електричного кола.
2. Сформулювати другий закон Кірхгофа.
3. Пояснити суть методу еквівалентних перетворювань.
4. Що таке активний двополюсник?
5. Що таке пасивний двополюсник?
6. Як аналітично та експериментально визначити напругу холостого ходу двополюсника?
7. Що є вхідним опором двополюсника?
8. Сформулювати теорему Тевенена.

Група _____

Студент _____

П.І.пБ.

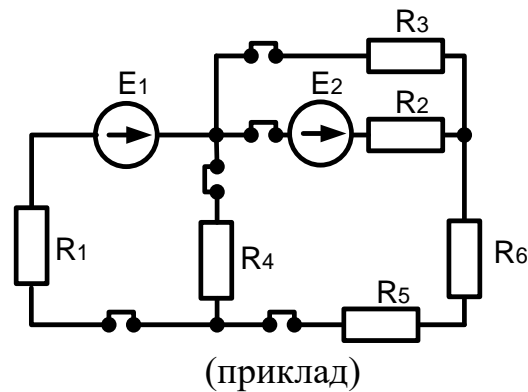
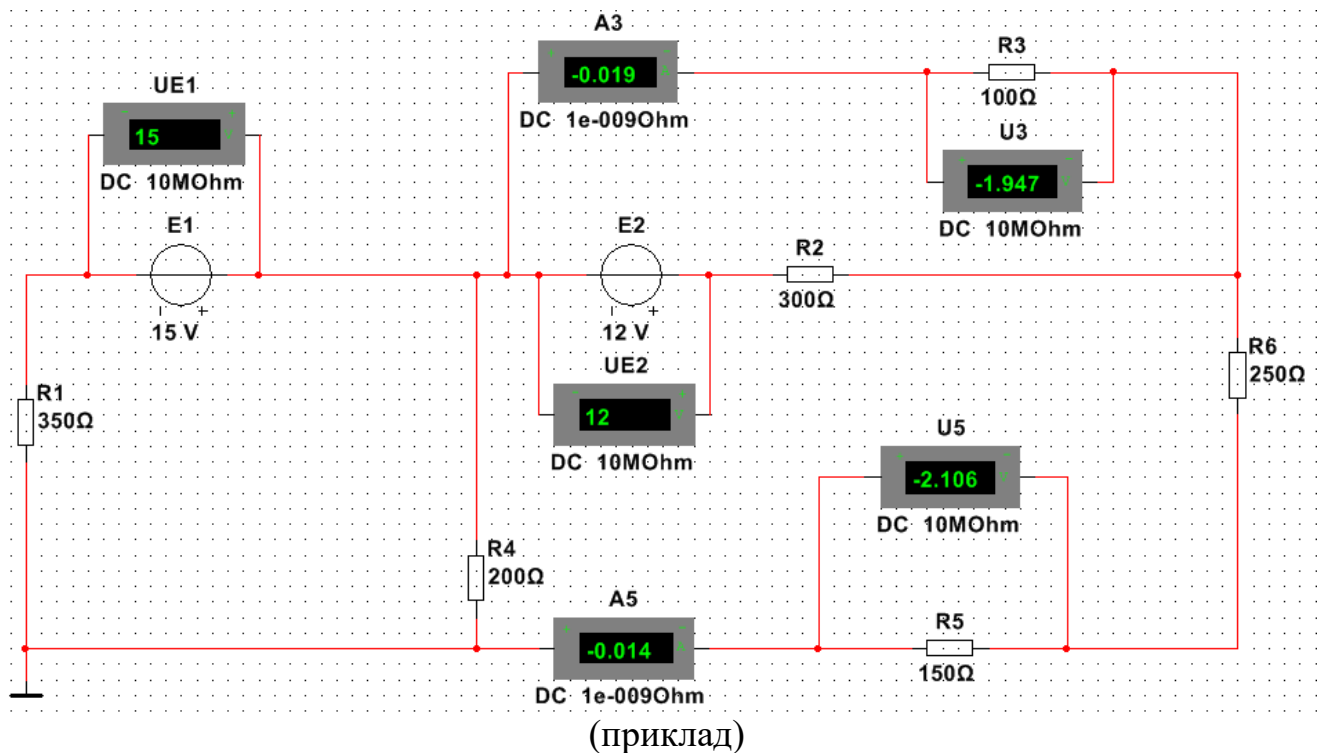
Викладач _____

П.І.пБ.

ПРОТОКОЛ

виконання лабораторної роботи 5

МЕТОД ЕКВІВАЛЕНТНОГО ГЕНЕРАТОРА В КОЛАХ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Рисунок 5.1 – Принципова схема досліджуваного електричного кола, згідно з варіантом *N* (Додаток 5.2)Рисунок 5.2 – Модель досліджуваного електричного кола, згідно з варіантом *N*

Таблиця 5.1 – Результати вимірювань опорів резисторів

Позначення на схемі	Формула розрахунку опору резистора, Ом	Величина виміряного опору резистора, Ом
R_1	$350+10 \cdot N$	
R_2	$300+10 \cdot N$	
R_3	$100+10 \cdot N$	
R_4	$200+10 \cdot N$	
R_5	$150+10 \cdot N$	
R_6	$250+10 \cdot N$	

(N – номер в журналі)

$$E_1=15 + N= \text{ В}; \quad E_2=12 \text{ В}$$

Таблиця 5.2 – Результати вимірювань параметрів та розрахунків струмів

Номер гілки	Результати вимірювань				Результати розрахунків
	$I_n, \text{ мА}$	$U_n, \text{ В}$	$U_{xx_n}, \text{ В}$	$R_{ex_n}, \text{ Ом}$	$I_n, \text{ мА}$
$n=3$					
$n=5$					

Таблиця 5.3 – Результати аналітичних розрахунків

Номер гілки	Результати розрахунків		
	$I_n, \text{ мА}$	$U_{xx_n}, \text{ В}$	$R_{ex_n}, \text{ Ом}$
$n=3$			
$n=5$			

ДОДАТОК 5.2

Варіанти схем досліджуваних електричних кіл

