

## Практичне заняття № 1. Застосування законів Ома для електричних кіл постійного струму

### Основні закони і формули.

Простим називають електричне коло з одним джерелом, яке зводиться до послідовного та паралельного з'єднання споживачів.

Закон Ома для ділянки ланцюга визначає зв'язок між прикладеною напругою  $U$ , опором ділянки  $R$  й силою струму в ланцюзі  $I$ : сила струму на ділянці ланцюга прямо пропорційна напрузі, прикладеній до цієї ділянки й обернено пропорційна опорю:

$$I = \frac{U}{R}. \quad (1)$$

Відповідно до закону Ома для всього ланцюга сила струму  $I$  в замкненому ланцюзі є відношення ЕРС  $E$  до повного опору ланцюга, тобто сумі зовнішнього  $R$  й внутрішнього  $r$  опорів:

$$I = \frac{E}{R + r}. \quad (2)$$

Загальний опір послідовного ланцюга дорівнює сумі окремих опорів:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (3)$$

Загальна провідність паралельного ланцюга дорівнює сумі окремих провідностей:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (4)$$

Електрична енергія  $W_{Дж}$ , одержувана в джерелі в одиницю часу, називається потужністю джерела:

$$P_{Дж} = \frac{W_{Дж}}{t} = EI, \quad (5)$$

де  $E$  - ЕРС джерела, В,  $I$  - сила струму, А.

Роботою електричного струму  $A$  називають перетворення його енергії в яку-небудь іншу енергію, наприклад у теплову, світлову, механічну.

Потужністю  $P$  приймача електричної енергії називають роботу, чинену в одиницю часу:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{\Delta W}{t} = \frac{qU}{t} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R} . \quad (6)$$

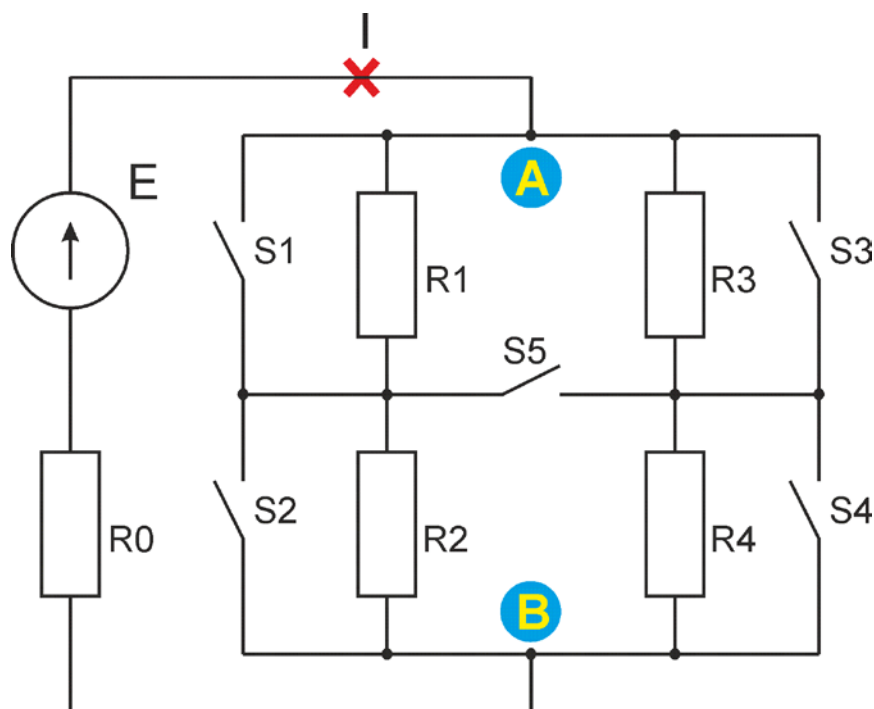
Відповідно до закону збереження енергії не виникає нізвідки й нікуди не зникає, а переходить із однієї форми в іншу. Тому в будь-якому ланцюзі потужність, що розвивається джерелами електричної енергії, дорівнює потужності необоротних перетворень енергії в приймачах:

$$\Sigma EI = \Sigma I^2 R \quad (7)$$

Ця рівність називається рівнянням балансу потужностей.

### Задача.

Для електричного кола постійного струму визначити еквівалентний опір споживача  $R_{\Sigma}$  ( $R_{AB}$ ), струм навантаження, напругу на затискачах споживача  $U_{AB}$ , потужність споживача  $P_{AB}$  і потужність джерела живлення  $P_{ДЖ}$ , скласти баланс потужностей, побудувати зовнішню характеристику джерела живлення. Вихідні дані - положення вимикачів  $S1-S4$ , ЕРС джерела  $E$ , внутрішній опір джерела  $R_0$ , опори резисторів  $R_1-R_4$  для відповідних варіантів наведені в таблиці.



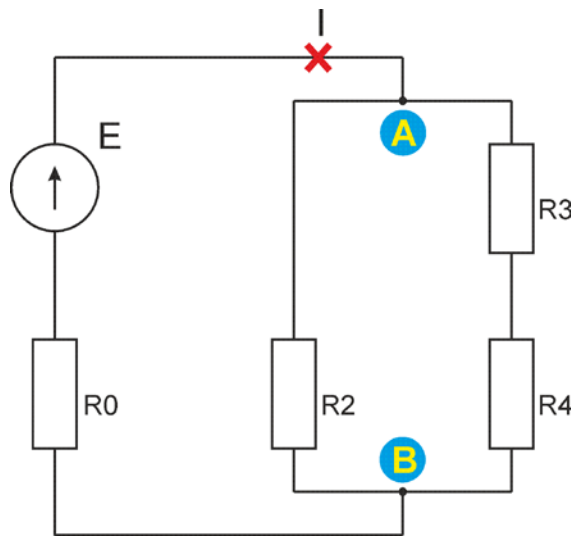
Мал.1.

Розглянемо методику розв'язання завдання на прикладі таких початкових даних:

Таблиця 1

№ варіант у	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом	$R_4$ , Ом	$E$ , В	$R_0$ , Ом	Замкнутий вимикач
0	25	15	6	4	12,6	0,3	S1

З урахуванням того, що в нашому випадку вимикач S1 замкнутий, схема кола має вигляд, представлений на мал. 2.



Мал. 2.

Еквівалентний опір споживача

$$R_{AB} = \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + (R_3 + R_4)} = \frac{15 \cdot (6 + 4)}{15 + (6 + 4)} = 6 \text{ Ом.}$$

Струм навантаження, у відповідності з законом Ома для повного (замкненого) кола,

$$I = \frac{E}{R_{AB} + R_0} = \frac{12,6}{6 + 0,3} = 2 \text{ А.}$$

Напруга на затискачах споживача у відповідності з законом Ома для ділянки кола,

$$U_{AB} = I \cdot R_{AB} = 2 \cdot 6 = 12 \text{ В.}$$

Потужність споживача

$$P_{AB} = I \cdot U_{AB} = 2 \cdot 12 = 24 \text{ Вт.}$$

Потужність джерела живлення

$$P_{дж} = I \cdot E = 2 \cdot 12,6 = 25,2 \text{ Вт.}$$

Втрати у джерелі (потужність, яка втрачається у джерелі живлення на його внутрішньому опорі, переходить у тепло)

$$\Delta P_{дж} = I^2 R_0 = 2^2 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ Вт.}$$

Перевіряємо баланс потужностей (потужність, яка виробляється у джерелі електричної енергії, має дорівнювати потужності, яка витрачається в колі):

$$P_{дж} = P_{AB} + \Delta P_{дж};$$

$$25,2 = 24 + 1,2;$$

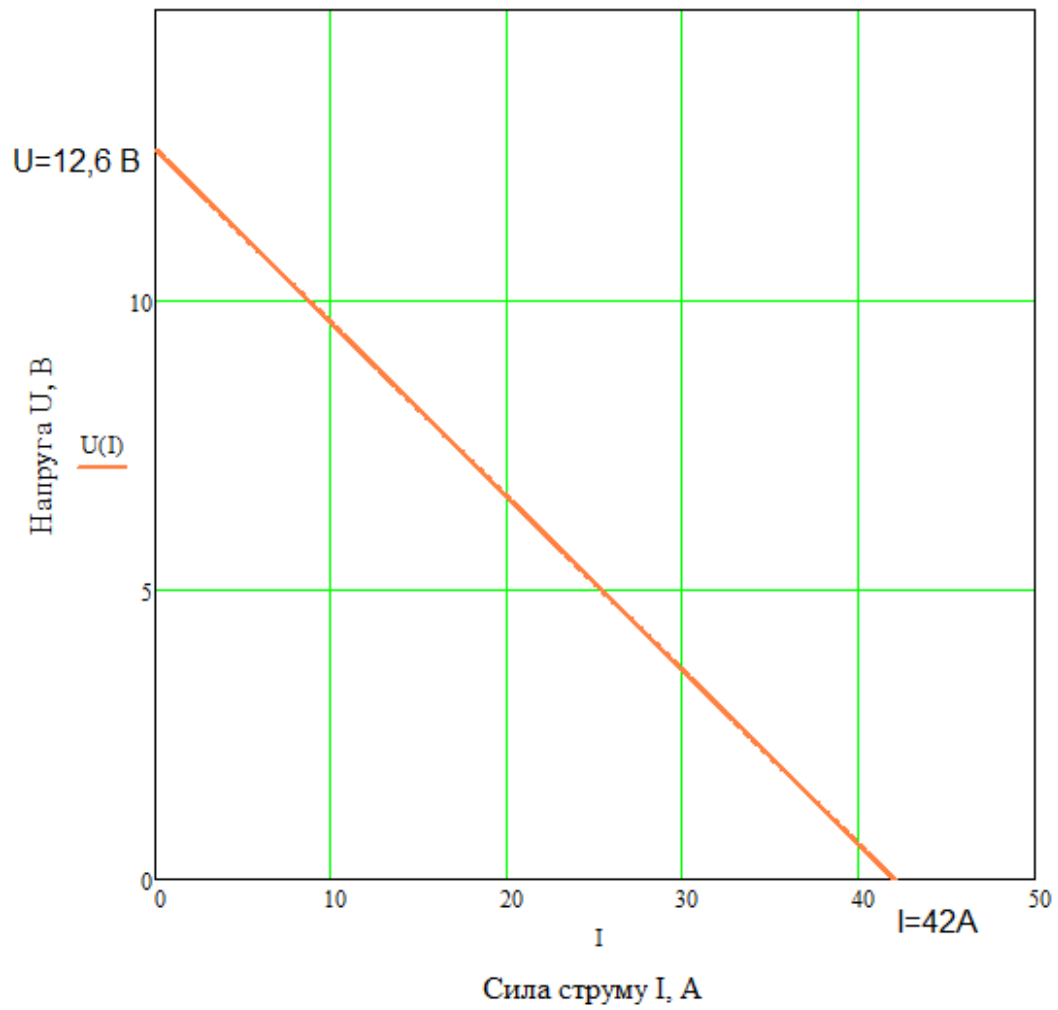
$$25,2 = 25,2.$$

Баланс зійшовся, отже коло розраховане вірно.

Зовнішня характеристика джерела живлення являє собою залежність напруги на затискачах джерела від струму навантаження  $U = f(I)$ . При  $I = 0$  напруга досягає найбільшого значення напруги холостого ходу  $U_{xx} = E = 12,6$  В, тобто ЕРС. Максимального значення струм досягає при короткому замиканні

$$I_{кз} = \frac{E}{R_0} = \frac{12,6}{0,3} = 42 \text{ А.}$$

### Зовнішня характеристика джерела живлення



Мал. 3.

Відповідь.  $R_{AB} = 6 \text{ Ом}$ ,  $I = 2 \text{ А}$ ,  $U_{AB} = 12 \text{ В}$ ,  $P_{AB} = 24 \text{ Вт}$ ,  $P_{ДЖ} = 25,2 \text{ Вт}$ .