

ЛЕКЦІЯ № 3

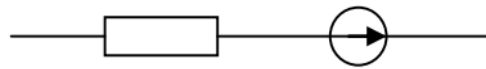
Розрахунок електричних кіл постійного струму. З'єднання опорів.

План:

1. Топографічні елементи електричної схеми: гілка, вузол, контур.
2. Послідовне, паралельне та мішане з'єднання опорів, еквівалентний опір електричного кола.
3. Розрахунок електричних кіл шляхом згортання схем.

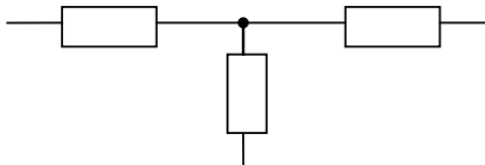
Розглядаючи схеми будь – яких електричних кіл, можна виділити в них характерні ділянки: гілки, вузли, контури.

1. **Гілка** – ділянка електричного кола, яка складається з одного або декількох послідовно з'єднаних елементів, струм вздовж яких в визначений момент часу має одне значення. Гілка починається і



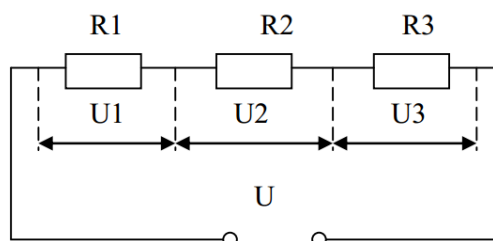
закінчується в вузлі.

2. **Вузол** – місце з'єднання трьох і більше гілок. Гілки, які приєднані до першої пари вузлів, називаються паралельними.



3. **Контур** електричного кола – це будь – який замкнений шлях, який проходить крізь ряд гілок і вузлів. Розрізняють: внутрішні і зовнішні контури. Контури, які не включають в себе інші контури, називаються внутрішніми. В електричних колах застосовують три види з'єднання резисторів: послідовне, паралельне, мішане.

Послідовним з'єднанням називається таке з'єднання, при якому через усі елементи кола проходить один і той самий струм.



При такому з'єднанні на кожному резисторі відбувається спад напруги, який визначається законом Ома. Загальна напруга складається із сум наруг у колі:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \quad (1)$$

$$R_{\text{заг}} = R_1 + R_2 + R_3$$

Для замкненого кола, згідно з законом Ома

$$I = \frac{E}{R_i + R_{\text{заг}}}$$

Якщо в рівнянні (1) обидві частини помножити на I , то дістанемо

$$UI = U_1I + U_2I + U_3I,$$

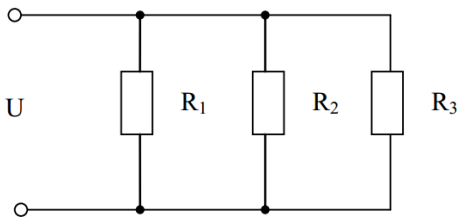
звідки

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

Загальна потужність кола дорівнює сумі потужностей послідовно з'єднаних резисторів. Потужності на цих резисторах розподіляються прямо пропорційно опорам резисторів:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}, \text{ а також } \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

Паралельним з'єднанням резисторів називається таке з'єднання, при якому кілька резисторів включено між двома загальними точками, і струм у колі розгалужується.



Напруги на паралельних ділянках кола однакові і дорівнюють напрузі між вузлами:

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

Загальна провідність усіх паралельних гілок:

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Загальний опір паралельного з'єднання визначається через загальну провідність:

$$R = 1 / G$$

Струми в паралельних гілках розподіляються обернено пропорційно їх опорам:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}, \quad \frac{I_2}{I_3} = \frac{R_3}{R_2}, \quad \frac{I_1}{I_3} = \frac{R_3}{R_1}$$

Для m паралельно з'єднаних резисторів з однаковими опорам, загальний опір

$$R = R_1 / m,$$

де R_1 - Величина опору одного резистора,
 m - кількість гілок з однаковими опорам.

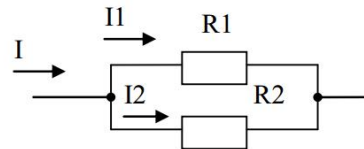
Для двох паралельно з'єднаних резисторів загальний опір

$$R_{\text{заг}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

струми в гілках:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{R_{\text{заг}} I}{R_1} = I \frac{R_1 R_2}{R_1 (R_1 + R_2)} = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{R_{\text{заг}} I}{R_2} = I \frac{R_1 R_2}{R_2 (R_1 + R_2)} = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



Правило розкиду

Мішане з'єднання – це таке з'єднання, при якому в електричному колі є і послідовне, і паралельне з'єднання резисторів. При розрахунках таких кіл розглядають окремі ділянки кола послідовного та паралельного з'єднань і застосовують відповідні формули.

Розрахунок ЕК постійного струму шляхом згортання схем

(метод еквівалентних опорів). Метод еквівалентних опорів застосовують для розрахунку таких

електричних кіл, в яких є пасивні елементи, ввімкнені між собою послідовно, паралельно або мішано.

Алгоритм розрахунку:

1. Визначення еквівалентних опорів.

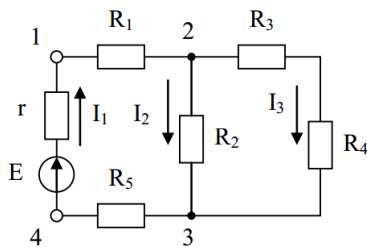
На схемі (мал. 3.1) опори R_3 та R_4 ввімкнені послідовно. Ці два опори можна замінити одним (еквівалентним), визначив його як суму $R_3 + R_4 = R_{3,4}$.

Після такої заміни утворюється більш проста схема (мал. 3.2). опори R_2 та $R_{3,4}$ з'єднані паралельно, їх можна замінити одним (еквівалентним), визначив його по формулі:

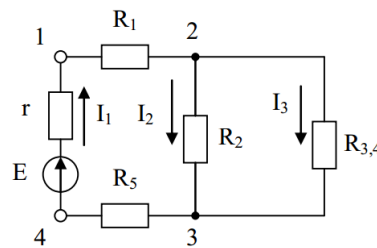
$$R_{2-4} = \frac{R_2 R_{3,4}}{R_2 + R_{3,4}}$$

і отримати більш просту схему (мал. 3.3).

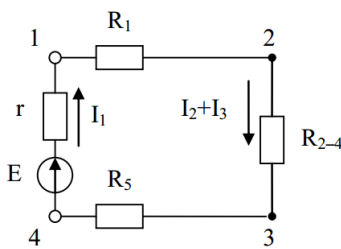
В схемі мал. 3.3 опори R_1 , R_{2-4} , R_5 з'єднані послідовно. Замінивши ці опори одним (еквівалентним) опором між точками 1 і 4, отримаємо найпростішу схему (мал. 3.4).



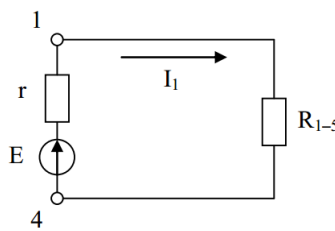
Мал. 3.1



Мал. 3.2



Мал. 3.3



Мал. 3.4

Подібним перетворенням схему мішаного з'єднання пасивних елементів з одним джерелом енергії в більшості випадків можна привести до найпростішої схеми. В більш складних схемах методом еквівалентних опорів досягається спрощення, яке значно полегшує розрахунок.

2. Визначення струмів.

В найпростішій схемі (мал. 3.4) струм визначається по закону Ома для повного кола. Струми в інших гілках первісної схеми визначають, переходячи від схеми до схеми в зворотному порядку.

1 спосіб визначення струмів:

Зі схеми 3.3 бачимо, що $I_1 = I_2 + I_3$.

Крім того, напруга між точками 2 і 3:

$$U_{2-4} = I_1 \cdot R_{2-4}$$

Знаючи цю напругу, легко визначити струми I_2 та I_3 :

$$I_2 = U_{2-4} / R_2; \quad I_3 = U_{2-4} / R_{3,4}$$

2 спосіб визначення струмів:

За законом Ома визначаємо струм I_1 :

$$I_1 = \frac{E}{R_{1-5} + r}$$

За правилом розкиду визначаємо струми I_2 та I_3 :

$$I_2 = I_1 \frac{R_{3,4}}{R_2 + R_{3,4}}$$

$$I_3 = I_1 \frac{R_2}{R_2 + R_{3,4}}$$