

Тема 19. Закони Ома. З'єднання провідників.

Закон Ома для ділянки кола

Електричним колом називають сукупність джерел струму, споживача електричної енергії, вимірювальних і регулювальних приладів, вимикачів та інших елементів, з'єднаних провідниками.

Найпростіше електричне коло складається з провідника, кінці якого під'єднано до джерела струму. В такому електричному колі струм буде проходити по зовнішній його частині – провіднику і внутрішній – джерелу струму. При цьому дроти, які з'єднують окремі елементи, вважаються ідеальними, тобто їхній опір дорівнює нулю. Провідник, що має опір R , називається **резистором**.

У 1826 р. німецький фізик Георг Ом встановив, що сила струму I в ділянці кола прямо пропорційна напрузі U на її кінцях і обернено пропорційна її опору R :

$$I = \frac{U}{R}.$$

Це співвідношення називають **законом Ома для однорідної ділянки кола**(див. рис. 1).

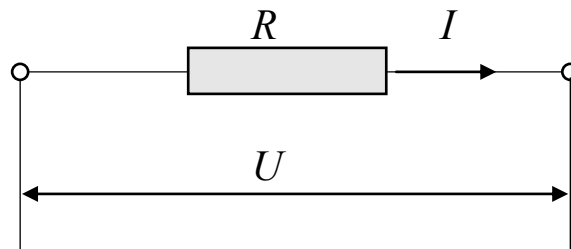


Рис. 1. Однорідна ділянка кола.

З'єднання провідників

Резистори в електричному колі можуть з'єднуватись між собою послідовно (рис. 2) і паралельно (рис. 3).

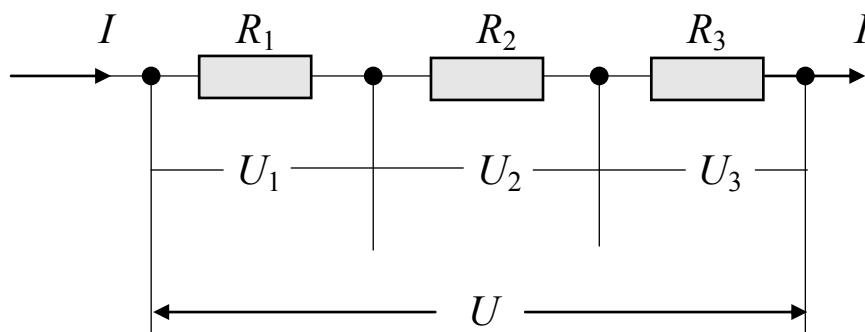


Рис. 2. Послідовне з'єднання резисторів.

При послідовному з'єднанні (рис. 2) через усі опори тече **однаковий струм I** :

$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_N .$$

При послідовному з'єднанні провідників **загальний опір дорівнює сумі опорів окремих провідників**:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_N .$$

Отже, напруги при послідовному з'єднанні також додаються:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_N .$$

При паралельному з'єднанні (рис. 3) **напруга U однакова на всіх опорах**:

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_N .$$

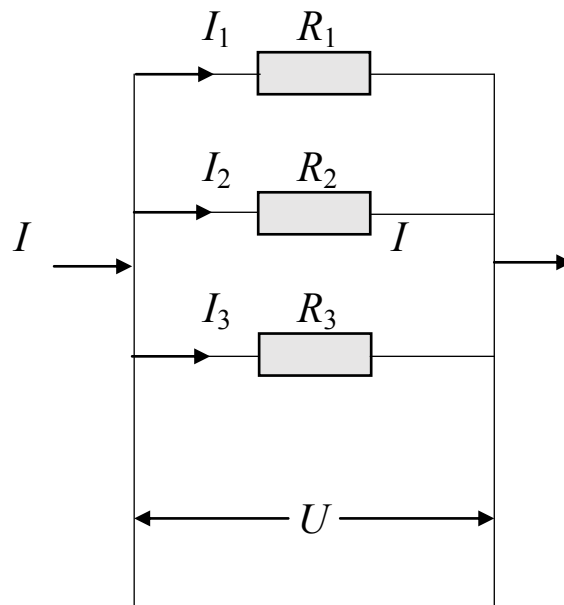


Рис. 3. Паралельне з'єднання резисторів.

Струм I при паралельному з'єднанні **розгалужується**:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_N .$$

Загальний опір ділянки при паралельному з'єднанні можна знайти з формули:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} .$$

Приклад 1. Згідно з законом Ома для ділянки кола, сила струму через відрізок металевого дроту, підключена до джерела живлення, прямо пропорційна:

- А) довжині відрізка дроту;
- Б) опору відрізка дроту;
- В) температурі дроту;
- Г) напрузі на клеммах джерела.

Відповідь: Г.

Приклад 2. Визначте максимальний і мінімальний опори, які можна отримати з трьох резисторів опороми 2 Ом, 4 Ом, 6 Ом.

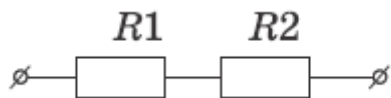
Всі три послідовно: $R_1 + R_2 + R_3 = 12 \text{ Ом}$.

Всі три паралельно: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 = 1/2 + 1/4 + 1/6 = 11/12$,

$R = 12/11 \text{ Ом}$.

Відповідь: максимальний – 12 Ом, мінімальний – 1,1 Ом.

Приклад 3. Ділянка кола складається з двох резисторів $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 300 \text{ Ом}$, які ввімкнено послідовно (див. рисунок). Яка напруга діє на ділянці кола, якщо через перший резистор протікає струм 24 мА?



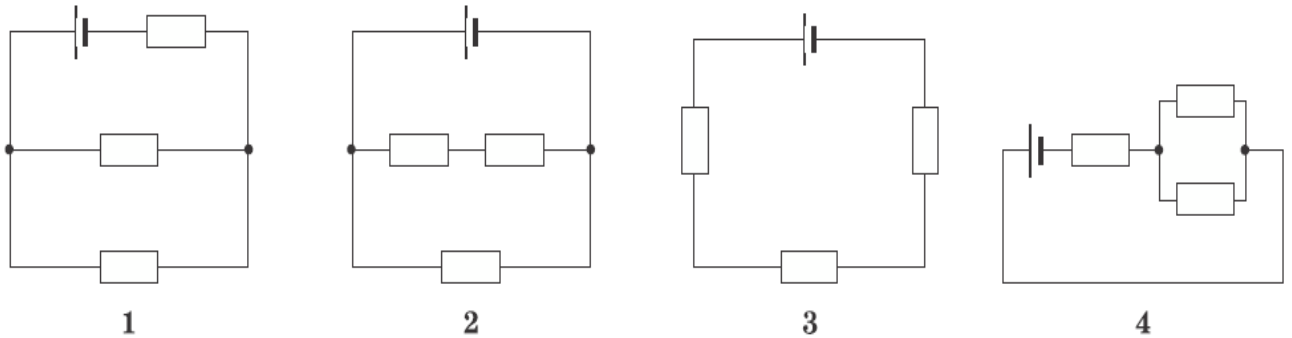
$R = R_1 + R_2 = 100 + 300 = 400 \text{ Ом}$.

$I = I_1 = I_2 = 24 \text{ мА}$.

$U = IR = 0,024 * 400 = 9,6 \text{ В}$.

Відповідь: 9,6 В.

Приклад 4. До джерела струму підключили три однакові резистори. За якого з'єднання резисторів (див. рисунок) сила струму через джерело буде найбільшою?



$$1 - R + R/2 = 1,5R;$$

2 – $1/(1/R + 1/(2R)) = 1/(3/2R) = 2R/3$ – мінімальний опір, а отже максимальна сила струму;

$$3 - R + R + R = 3R;$$

$$4 - 1,5R.$$

Відповідь: 2.

Приклад 5. Два резистори спочатку з'єднали послідовно, а потім – паралельно. Опори з'єднань при цьому становили 120 Ом і 22,5 Ом відповідно. Визначте опір більшого резистора.

$$R_1 + R_2 = 120,$$

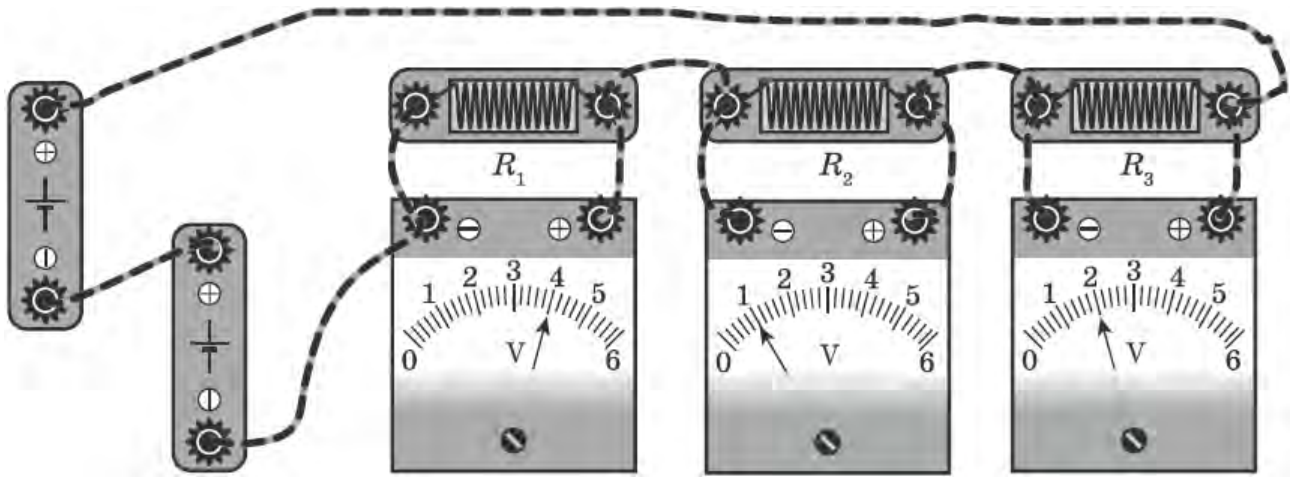
$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{22,5},$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} = \frac{1}{22,5}, \quad \frac{R_1 R_2}{120} = 22,5, \quad R_1 R_2 = 2700,$$

$$R_1(120 - R_1) = 2700, \quad \text{корені } 90 \text{ і } 30.$$

Відповідь: 90 Ом.

Приклад 6. Під час проведення досліду учень склав електричне коло (див. рисунок). Визначте за даними досліду опір резистора R_1 , якщо опір резистора R_2 дорівнює 10 Ом.



$$R_2 = 10 \text{ Ом}, U_1 = 4 \text{ В}, U_2 = 1 \text{ В}, U_3 = 2 \text{ В}.$$

$$I_2 = U_2/R_2 = 1/10 = 0,1 \text{ А}.$$

$$I_1 = I_2 = 0,1 \text{ А}. R_1 = U_1/I_1 = 4/0,1 = 40 \text{ Ом}.$$

Відповідь: 40 Ом.

Приклад 7. Установіть відповідність між прикладами з'єднань резисторів та формулами, які дозволяють обчислити загальний опір кожного з'єднання.

<p>1</p>	<p>А $R = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4}$</p>
<p>2</p>	<p>Б $R = R_1 + \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4}$</p>
<p>3</p>	<p>В $R = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$</p>
<p>4</p>	<p>Г $R = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$</p>
	<p>Д $R = R_1 + R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$</p>

Відповідь: 1 – В, 2 – А, 3 – Д, 4 – Г.

Приклад 8 (№ 581). Довгий дрiт розрiзали на 10 однакових частин i з'єднали їх паралельно. Чому дорiвнював опiр дроту, якщо опiр з'єднання дорiвнює 1 Ом?

Нехай R – опiр одної з отриманих частинок. Тоді 10 паралельно з'єднаних частинок матимуть опiр:

$$1/R_1 = 1/R + 1/R + \dots + 1/R = 10/R, \quad R_1 = R/10 = 1 \text{ Ом. } R = 10 \text{ Ом.}$$

До розрiзання частинки були з'єднані послiдовно, отже опiр дроту дорiвнював $10+10+\dots+10 = 100 \text{ Ом}$.

Вiдповiдь: 100 Ом.

Приклад 9 (№ 583). Опiр мiж дiаметральними точками дротяного кiльця дорiвнює 0,5 Ом. Чому дорiвнює опiр дротини, з якої зроблено кiльце?

Кiльце – це фактично два паралельно з'єднаних однакових опори R (пiвкiльця), отже опiр мiж дiаметральними точками $R_1 = R/2 = 0,5 \text{ Ом}$, $R = 1 \text{ Ом}$ – опiр одного пiвкiльця. Дротина, з якої зроблено коло, являє собою два пiвкiльця, з'єднаних послiдовно, отже опiр дротини дорiвнює $R + R = 1 + 1 = 2 \text{ Ом}$.

Вiдповiдь: 2 Ом.

Домашнє завдання: № 555, 556, 579, 580, 584, 586, 590, 591, 592, 593, 597.