

**Змістовий модуль 2. Електричні кола постійного струму.  
Тема № 2.1. Електричний струм. Електрорушійна сила і її джерела.**

**План лекції.**

1. *Електричний струм. Сила струму.*
2. *Електрорушійна сила і її джерела.*
3. *Електричний опір. Резистор. Закон Ома для ділянки кола.*

**1. Електричний струм і його сила.**

*Електричний струм* являє собою впорядкований рух електронів або іонів.

Електрони завжди рухаються від того місця, де вони перебувають у надлишку, тобто від мінуса, туди, де є їх нестача, тобто до плюса. Але в електротехніці (відтоді, коли ще не були відкриті електрони) прийнято умовно вважати, що *струм іде від «плюса» до «мінуса»*, або від більшого потенціалу до меншого.

Струм виникає під впливом електричного поля, яке, діючи на електрони, приводить їх у рух. Електричне поле має властивість поширюватися уздовж провідника з величезною швидкістю, близької до швидкості світла - 300 000 км/с. З такою ж швидкістю тече електричний струм, незважаючи на те, що швидкість переміщення електронів – частки міліметра в секунду.

*Струм у провіднику нагадує рух води в довгій трубі, наповненій водою, до одного кінця якої приєднаний насос. Якщо включити насос, то тиск досить швидко передасться уздовж труби від одних часток води до інших і з відкритого кінця труби потече вода. Однак вода, додана насосом, рухається набагато повільніше, чим передається тиск, і дійде до кінця труби через великий проміжок часу.*

Електричний струм з кількісної сторони характеризують силою струму.

*Сила струму* – це величина електричного заряду, що проходить через поперечний переріз провідника в одиницю часу.

Чим більше електронів проходить в одну секунду через поперечний переріз провідника, тем більша сила струму (струм). Струм позначають буквою *I* й вимірюють в амперах.

$$I = \frac{q}{t}. \quad (1)$$

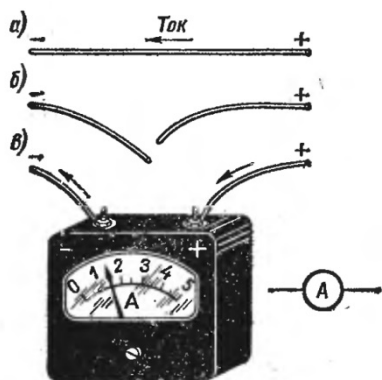
Струм рівний 1 А, якщо через поперечний переріз провідника в 1 с проходить 1 Кл електрики ( $6,3 \cdot 10^{18}$  електронів).

Якщо струм у провіднику не міняє своїх величини й напрямку, його називають **постійним**.

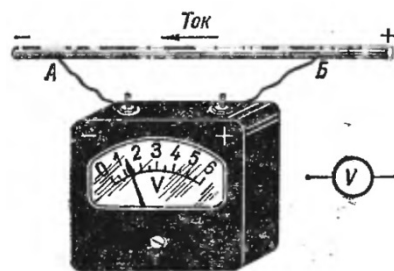
*Інакше кажучи, постійний струм – це такий струм, який завжди йде в одному напрямку з постійною силою.*

Для виміру сили струму застосовуються амперметри. Щоб виміряти струм у якому-небудь провіднику (мал. 1), треба в розрив провідника включити амперметр (послідовне включення). Тоді струм пройде через прилад і буде виміряний.

Напруга, або різниця потенціалів на двох кінцях провідника, вимірюється вольтметрами. При включенні вольтметра ланцюг не розривається, його підключають до тих двох точок, між якими необхідно виміряти напругу. На мал. 2 показано включення вольтметра для виміру напруги між точками А і Б провідника, по яким протікає струм (паралельне включення).



Мал. 1. Включення амперметра і його зображення на схемах



Мал. 2. Включення вольтметра і його зображення на схемах

У програмі електронного моделювання Multisim використовуються наступні позначення:



Мал. 3. Зображення амперметра й вольтметра в програмі Multisim

## 2. Електрорушійна сила і її джерела.

Для протікання по провідникові постійного струму на кінцях провідника необхідно постійно підтримувати різницю потенціалів (напругу). Її створюють так звані *джерела електрорушійної сили*, що одержують електричну енергію з інших видів енергії.

У ланцюгах постійного струму як джерела електричної енергії застосовуються: електромеханічні генератори, електрохімічні джерела (гальванічні елементи, акумулятори), фотоелементи й ін. (мал. 4). При перетворенні будь-якого виду енергії в електричну в джерелі відбувається поділ позитивного й негативного зарядів і утворюється електрорушійна сила (ЕРС).

*Електрорушійна сила (ЕРС) є причиною, що викликає рух електричних зарядів, і визначає здатність сторонніх (неелектричних) або електромагнітних сил викликати електричний струм.*



а -  
електромеханічний  
генератор



б – гальванічні  
елементи й  
батарея



в – акумуляторна  
батарея



г –  
сонячний  
фотоелемен  
т

Мал. 4. Джерела електрорушійної сили постійного струму

Згідно із законом збереження енергії, кількість електричної енергії  $W_{II}$ , отриманої в джерелі, дорівнює роботі сторонніх або електромагнітних сил, виконаної в процесі поділу заряду:

$$W_{II} = A. \quad (2)$$

Відношення цієї роботи до величини розділеного заряду виражає величину ЕРС:

$$E = \frac{A}{Q} \quad (3)$$

де  $E$  - ЕРС. Як і напруга, ЕРС виміряється у вольтах (В). Таким чином, ЕРС 1 В з'являється, якщо для розділу 1 Кл електричного заряду виконана робота 1 Дж.

Враховуючи (1), (2) і (3), одержимо вираз енергії джерела:

$$W_H = A = EQ = EIt. \quad (4)$$

Електрична енергія, одержувана в джерелі в одиницю часу, називається **потужністю джерела**:

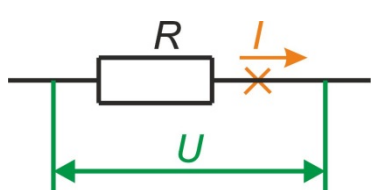
$$P_H = \frac{W_H}{t} = EI, \quad (5)$$

тут  $W_H$  - енергія джерела, виміряється в джоулях (Дж),  $P_H$  - потужність джерела, виміряється у ватах (Вт).

### 3. Електричний опір. Резистор. Закон Ома для ділянки ланцюга.

Різні речовини неоднаково проводять електричний струм і тому розділяються на провідники, напівпровідники і діелектрики. Вплив речовини, у якій протікає струм, на значення струму враховується за допомогою **електричного опору**.

**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 опору**:

$$I = \frac{U}{R}. \quad (6)$$


The diagram shows a horizontal wire with a rectangular resistor labeled 'R' in the middle. Below the resistor, a green double-headed arrow indicates a voltage 'U' applied across it. To the right of the resistor, an orange arrow labeled 'I' indicates the direction of current flow through the resistor.

Мал. 5. Ділянка кола

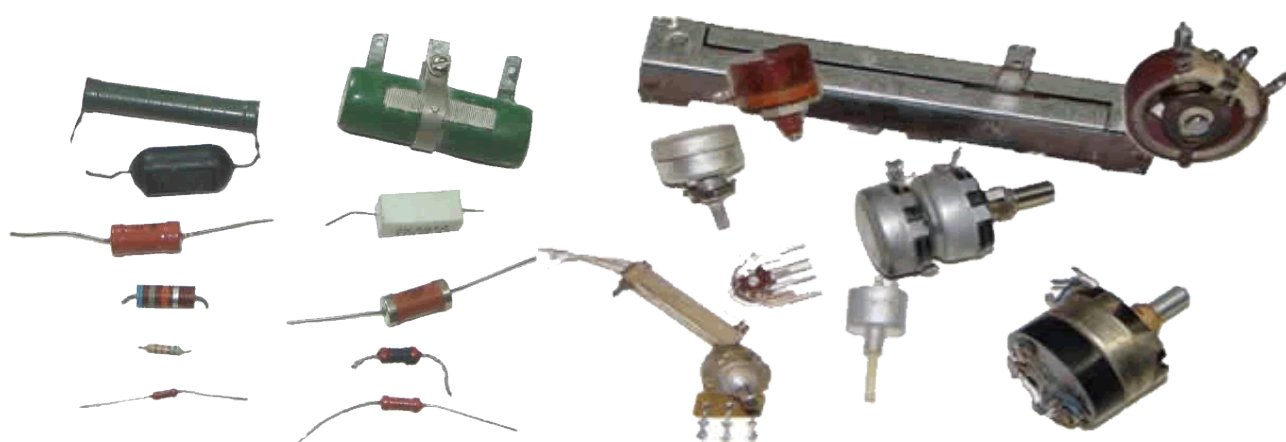
На честь Георга Ома одиницю виміру опору назвали Ом (у ЄС і США скорочене позначення  $\Omega$ ). Опір 1 Ом має провідник, струм у якому при напрузі 1В - 1 А.

У радіоелектронній апаратурі для створення того або іншого опору широко застосовуються *резистори*. Це найпоширеніші елементи електричних кіл.

Опір залежить від розмірів провідника, його матеріалу й температури. Чим більше довжина провідника  $l$  й чим менше площа його поперечного перерізу  $S$ , тим більше його опір  $R$ .

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (7)$$

де  $\rho$  - питомий опір провідника, що залежить від матеріалу.



Мал. 6. Резистори

Зручно поперечний переріз  $S$  вимірювати в  $\text{мм}^2$ , а питомий опір – в  $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ . Для основних провідників значення питомого опору при температурі  $t = 20^\circ\text{C}$  наведено в таблиці 2.

Таб.2. Питомий опір провідників

Найменування провідника	Питомий опір, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$
Срібло	0,016
Мідь	0,0175
Алюміній	0,028
Сталь	0,1 – 0,25
Ніхром	1,05 – 1,4

### Питання для самоконтролю

1. Що таке електричний струм? Постійний струм?
2. Що означає сила струму? Як вимірюється сила струму і електрична напруга?
3. Поясніть фізичний зміст електрорушійної сили джерела електричної енергії.
4. У яких одиницях вимірюють ЕРС, напругу й струм?
5. Що таке енергія і потужність джерела ЕРС?
6. Що таке електричний опір, резистор? Одиниця вимірювання опору.
7. Від чого залежить опір металевого провідника?
8. Сформулюйте закон Ома для ділянки кола.

### Список літератури

1. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 2005. – §§ 2.1 – 2.7, (с. 28 – 42).
2. Синдеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники: учеб. пособие. – 15-е изд., стереотипное – Ростов н/Д: Феникс, 2013. – §§2.1, 2.7 - 2.9 (с. 28 - 31, 46 – 54).
3. Славинский А.К., Туревский И.С. Электротехника с основами электроники: учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2009. – глава 2, §§ 2.1 – 2.6 (с. 28 – 42).