

ДНІПРОВСЬКИЙ ПРОФЕСІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОЛЕДЖ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з навчально-методичної роботи
ЗПО «Дніпровський професійний технологічний
коледж»

Сергій О. ОДІЄНКО
« 28 » серпня 2026 р.



КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни:

«Електротехніка в будівництві»

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G19 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійний ступінь: Фаховий молодший бакалавр

Викладач: Володимир ПУСТОВОЙТ

Дніпро – 2026

МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА

Тема 1.1. Електричні кола постійного струму та закони електротехніки

План лекції

Вступ. Роль електротехніки в сучасній будівельній інженерії.

1. Електричне коло та його складові елементи. Топологія електричних кіл.
2. Джерела та приймачі електричної енергії. Електричні схеми та їх види.
3. Електрорушійна сила (ЕРС), електрична напруга, електричний струм: фізична суть та одиниці вимірювання.
4. Електричний опір та провідність. Вплив температури на опір матеріалів.
5. Закон Ома для ділянки кола та для повного кола.
6. Режими роботи електричного кола: номінальний, холостий хід, коротке замикання, узгоджений режим.
7. Закони Кірхгофа та їх застосування для розрахунку складних кіл.
8. Робота, потужність, теплова дія електричного струму (закон Джоуля-Ленца).
9. Баланс потужностей в електричному колі.

Контрольні запитання для самоперевірки.

Рекомендована література.

Вступ. Роль електротехніки в сучасній будівельній інженерії

Розвиток сучасної цивільної інженерії, житлового та промислового будівництва нерозривно пов'язаний з впровадженням новітніх електротехнічних та енергетичних систем. Будівельні майданчики потребують безперебійного живлення підйомних механізмів, електрозварювальних апаратів, освітлювальних установок та спеціалізованого обладнання. Крім того, проектувальник або фахівець з будівництва повинен володіти глибокими знаннями принципів функціонування внутрішньобудинкових мереж, систем «розумний дім», кліматичного контролю та енергозбереження.

Саме тому вивчення теоретичних основ електротехніки є фундаментом для формування фахових компетенцій майбутнього спеціаліста будівельної галузі. У цьому курсі ми розглядаємо найважливіші концепції, починаючи з найпростішого — кіл постійного струму, і закінчуючи складними розгалуженими мережами.

1. Електричне коло та його складові елементи. Топологія електричних кіл

В основі більшості електротехнічних розрахунків лежить поняття **електричного кола**. Електричним колом називається сукупність джерел електричної енергії та її споживачів (приймачів), з'єднаних між собою таким чином, що утворюються шляхи для проходження електричного струму. Електромагнітні процеси, що відбуваються в електричному колі, можуть бути описані за допомогою таких понять, як струм, напруга, електрорушійна сила (ЕРС) та електричний опір [cite: 3].

1.1. Класифікація елементів електричного кола

Функціонально елементи електричного кола поділяються на три основні групи:

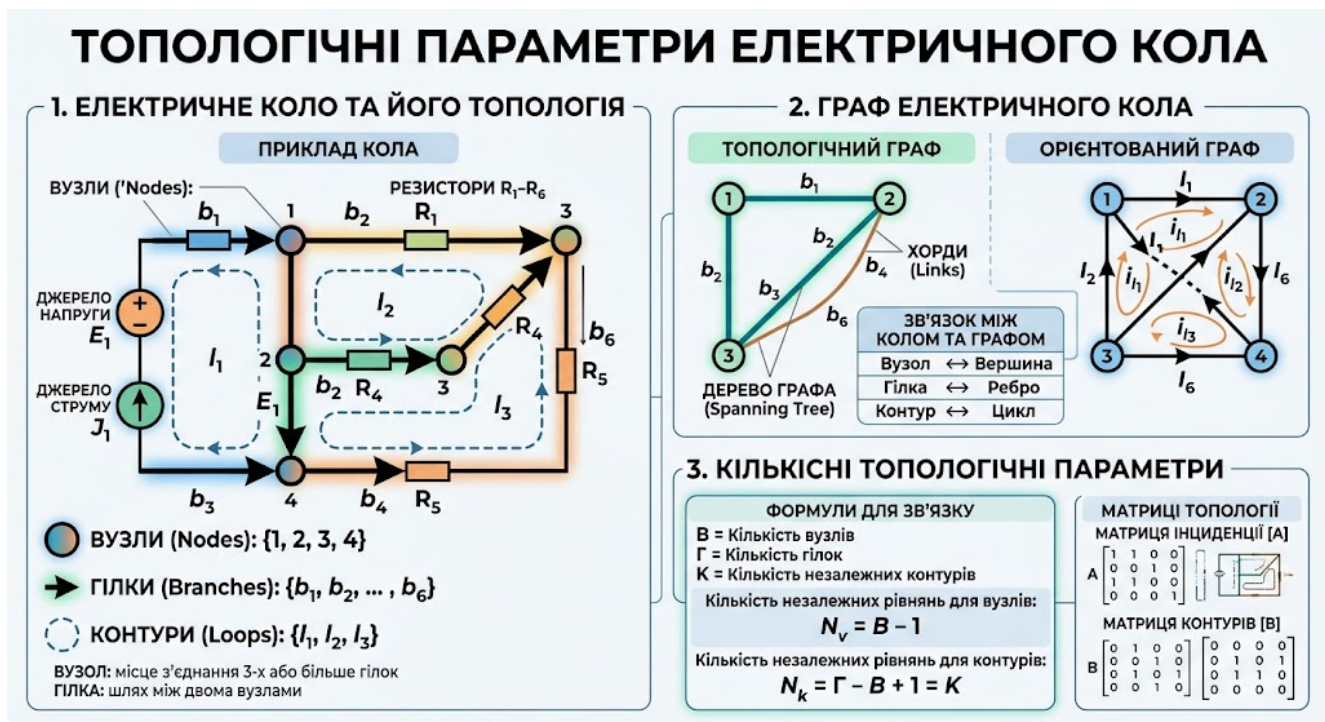
1. **Джерела електричної енергії:** Це пристрої, які перетворюють неелектричні види енергії в електричну. До них належать електромеханічні генератори (перетворюють механічну енергію), гальванічні елементи та акумулятори (хімічну енергію), сонячні батареї (енергію випромінювання), термоелементи (теплову енергію). Їх головним параметром є електрорушійна сила (ЕРС).
2. **Приймачі (споживачі, навантаження) електричної енергії:** У цих пристроях електрична енергія перетворюється в інші види енергії: механічну (в електродвигунах), теплову (в нагрівальних печах, калориферах), хімічну (в електролізних ваннах), світлову (в лампах).
3. **Допоміжні елементи (елементи передачі та комутації):** Забезпечують передачу енергії від джерел до приймачів та керування режимами роботи кола. Це дроти, кабелі, рубильники, вимикачі, запобіжники, вимірювальні прилади тощо. Втрати енергії в цих елементах зазвичай намагаються звести до мінімуму.

1.2. Топологічні параметри електричного кола

Для математичного опису та розрахунку складних (розгалужених) електричних кіл використовують поняття з теорії графів, що визначають топологію схеми [cite: 3]. До основних геометричних понять належать:

- **Вітка (гілка)** — ділянка електричного кола, по якій проходить однаковий струм. Вона складається з одного або декількох послідовно з'єднаних елементів.
- **Вузол** — точка (або місце) з'єднання трьох і більше віток. У вузлі струм розгалужується.
- **Контур** — будь-який замкнений шлях, що проходить через кілька віток і вузлів електричного кола. Важливим є поняття незалежного контуру — такого, що містить хоча б одну нову вітку, яка не входила до складу інших контурів.

Розуміння топології є базою для правильного застосування законів Кірхгофа при проектуванні систем енергорозподілу будівель, де мережа є складною системою з великою кількістю віток (окремих ліній живлення квартир або цехів) та вузлів (розподільних щитів).



2. Джерела та приймачі електричної енергії. Електричні схеми

В електротехніці при аналізі процесів реальні фізичні пристрої замінюються їхніми ідеалізованими моделями. Це дозволяє абстрагуватися від несуттєвих факторів і застосовувати строгий математичний апарат [cite: 3].

2.1. Електричні схеми: графічні, принципові та схеми заміщення

Електричне коло на папері або екрані монітора подається у вигляді схем. Схеми поділяють на три основні категорії:

- **Монтажні (графічні) схеми:** Відображають реальне просторове розташування елементів. У будівництві це, наприклад, плани електропроводок із зазначенням трас прокладання кабелів.
- **Принципові схеми:** Відображають електричний зв'язок між елементами. Усі елементи зображуються за допомогою стандартизованих умовних графічних позначень (УГП) згідно з ДСТУ.
- **Схеми заміщення:** Це розрахункові моделі, в яких реальні елементи (резистори, котушки, конденсатори, генератори) замінені їхніми ідеальними математичними еквівалентами з певними параметрами (R , L , C , E , J). Наприклад, реальна лінія електропередачі замінюється послідовно з'єднаним ідеальним опором та індуктивністю [cite: 3].

2.2. Ідеальні та реальні джерела енергії

Активні елементи електричних кіл моделюються двома основними типами ідеальних джерел:

Ідеальне джерело ЕРС (джерело напруги) — це активний елемент, напруга на затискачах якого не залежить від струму, що протікає через нього, і завжди дорівнює його електрорушійній силі ($U = E$). Внутрішній опір ідеального джерела ЕРС

дорівнює нулю ($R_{вн} = 0$). Вольт-амперна характеристика (ВАХ) такого джерела є горизонтальною прямою, паралельною осі струму.

Ідеальне джерело струму — це активний елемент, струм якого не залежить від напруги на його зажимах і залишається незмінним. Внутрішній опір ідеального джерела струму прямує до нескінченності ($R_{вн} \rightarrow \infty$).

Будь-яке реальне джерело енергії (наприклад, акумуляторна батарея для резервного освітлення будмайданчика) має внутрішній опір. На схемі заміщення реальне джерело зображується як ідеальне джерело ЕРС, з'єднане послідовно з внутрішнім опором $R_{вн}$ [cite: 3].



3. Електрорушійна сила (ЕРС), електрична напруга, електричний струм

3.1. Електричний струм

Електричним струмом називається впорядкований, спрямований рух носіїв електричних зарядів [cite: 3]. У металах носіями є вільні електрони, у рідинах (електролітах) — іони, у напівпровідниках — електрони та дірки. Необхідними умовами існування електричного струму є наявність вільних носіїв заряду та наявність замкненого кола, в якому діє електричне поле.

Кількісно струм характеризується силою струму. Сила струму i — це скалярна величина, що дорівнює швидкості зміни заряду q , який проходить через поперечний переріз провідника:

$$i = dq / dt$$

Якщо за рівні проміжки часу через переріз провідника проходять однакові заряди, струм називають постійним. Він позначається великою літерою I і обчислюється як $I = Q / t$. Одиниця вимірювання струму в системі СІ — Ампер (А), що відповідає проходженню одного кулона за секунду ($1 \text{ А} = 1 \text{ Кл} / \text{с}$) [cite: 3].

За **умовно-позитивний напрямок струму** історично було прийнято напрямок руху позитивних зарядів, тобто напрямок від точки з вищим потенціалом («плюс») до точки з нижчим потенціалом («мінус») у зовнішньому колі.

3.2. Електрорушійна сила (ЕРС)

Для того щоб у замкненому колі струм протікав неперервно, необхідно мати пристрій, у якому неперервно здійснюється робота з переміщення зарядів проти сил електричного поля (від меншого потенціалу до більшого). Цю функцію виконують сторонні (неелектричні) сили джерела живлення [cite: 3].

Електрорушійна сила (ЕРС) чисельно дорівнює роботі сторонніх сил з переміщення одиничного позитивного заряду від негативного полюса до позитивного всередині джерела:

$$E = A_{\text{стор}} / q$$

Одиницею вимірювання ЕРС є Вольт (В).

3.3. Електрична напруга

Електрична напруга U між двома точками електричного поля чисельно дорівнює роботі сил електричного поля з переміщення одиничного позитивного заряду між цими точками [cite: 3]. Вона визначає різницю потенціалів:

$$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 = A_{\text{ел}} / q$$

Одиницею вимірювання напруги також є Вольт (В). Варто пам'ятати, що напруга — це різниця потенціалів, що спричиняє рух зарядів у пасивній частині кола, тоді як ЕРС — це енергетична характеристика самого джерела.

ЕЛЕКТРИЧНА НАПРУГА (VOLTAGE)

ЩО ЦЕ ТАКЕ?

ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ

РІЗНИЦЯ ПОТЕНЦІАЛІВ між двома точками (ΔV)

Створює рушійну силу для електронів.

ОДИНИЦІ ВИМІРУ

V ВОЛЬТ (В)

ГІДРАВЛІКА

ВИСОКИЙ ПОТЕНЦІАЛ (+)

ТИСК ВОДИ (ЯК НАПРУГА)

ВОДНИЙ СТРУМ

НИЗЬКИЙ ПОТЕНЦІАЛ (-)

ΔH (РІЗНИЦЯ РІВНІВ)

ЕЛЕКТРИКА vs ГІДРАВЛІКА	
ДЖЕРЕЛО НАПРУГИ	НАСОС/Резервуар
ЕЛЕКТРОНИ	ВОДА
СТРУМ (А)	ПОТІК (L/s)
НАПРУГА (В)	ТИСК (Pa)

4. Електричний опір та провідність. Вплив температури

4.1. Природа електричного опору

Проходження електричного струму по провідниках завжди супроводжується опором. Фізична суть опору полягає в тому, що вільні електрони, переміщуючись у кристалічній ґратці металу під дією електричного поля, постійно стикаються з іонами ґратки, втрачаючи частину своєї кінетичної енергії. Ця енергія перетворюється на тепло [cite: 3].

Електричний опір провідника R залежить від матеріалу, його довжини l та площі поперечного перерізу S :

$$R = \rho \cdot (l / S)$$

де ρ — питомий електричний опір матеріалу, що вимірюється в Ом·мм²/м або Ом·м. Чим менший питомий опір, тим краще матеріал проводить струм.

В електротехніці та будівництві широко використовуються: мідь ($\rho \approx 0,0175$ Ом·мм²/м) та алюміній ($\rho \approx 0,028$ Ом·мм²/м) для кабелів; сталь ($\rho \approx 0,13$ Ом·мм²/м) для заземлювальних контурів та арматури; ніхром ($\rho \approx 1,1$ Ом·мм²/м) для нагрівальних елементів. Величина, обернена до опору, називається **електричною провідністю**: $G = 1 / R$. Провідність вимірюється в Сименсах (См) [cite: 3].

4.2. Вплив температури на опір

З підвищенням температури тепловий рух атомів та іонів кристалічної ґратки посилюється. Амплітуда їх коливань зростає, що призводить до частіших зіткнень вільних електронів з ними. Отже, опір металів з нагріванням збільшується [cite: 3]. Залежність опору від температури наближено описується формулою:

$$R_t = R_0 \cdot [1 + \alpha \cdot (T - T_0)]$$

де R_0 — опір при температурі T_0 (зазвичай 20 °C); R_t — опір при температурі T ; α — температурний коефіцієнт опору (для міді та алюмінію $\alpha \approx 0,004$ 1/°C). В інженерних розрахунках будівельних електромереж це враховується при прокладанні кабелів у гарячих цехах, котельнях або в ізольованих стінах, де поганий тепловідвід призводить до нагрівання кабелів і підвищення їхнього опору.



5. Закон Ома для ділянки кола та для повного кола

5.1. Закон Ома для ділянки кола

Закон Ома встановлює зв'язок між струмом, напругою та опором. Для пасивної ділянки кола (без джерел ЕРС) сила струму прямо пропорційна напрузі на кінцях цієї ділянки і обернено пропорційна її опору [cite: 3]:

$$I = U / R \quad \text{або} \quad U = I \cdot R$$

Добуток струму на опір ($I \cdot R$) називається падінням напруги на даній ділянці.

5.2. Закон Ома для повного кола

У повному замкненому колі, яке складається з джерела ЕРС E з внутрішнім опором $R_{вн}$ та зовнішнього приймача з опором $R_з$, струм у колі визначається як відношення ЕРС джерела до повного опору кола (суми внутрішнього та зовнішнього опорів) [cite: 3]:

$$I = E / (R_з + R_{вн})$$

З цього закону випливає важливий висновок щодо напруги на затискачах джерела. Якщо виразити ЕРС з попередньої формули:

$$E = I \cdot R_з + I \cdot R_{вн} = U + I \cdot R_{вн}$$

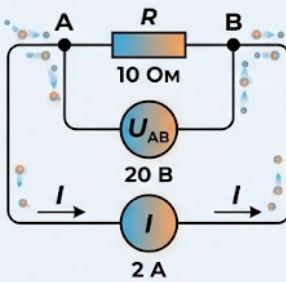
Звідси напруга на навантаженні (затискачах джерела):

$$U = E - I \cdot R_{\text{вн}}$$

Ця формула показує, що напруга на приймачі завжди менша за ЕРС джерела на величину падіння напруги всередині самого джерела енергії ($I \cdot R_{\text{вн}}$) [cite: 3]. Чим більший струм споживається навантаженням, тим відчутнішим є це внутрішнє падіння. У будівництві цей ефект проявляється як «просідання» напруги в мережі під час увімкнення потужних електродвигунів підйомних кранів, якщо мережа живлення (або трансформатор) має значний внутрішній опір.

ЗАКОН ОМА ДЛЯ ДІЛЯНКИ КОЛА ТА ДЛЯ ПОВНОГО КОЛА

I. ДЛЯ ДІЛЯНКИ КОЛА



Сила струму в ділянці кола прямо пропорційна напрузі на кінцях цієї ділянки та обернено пропорційна її опору.

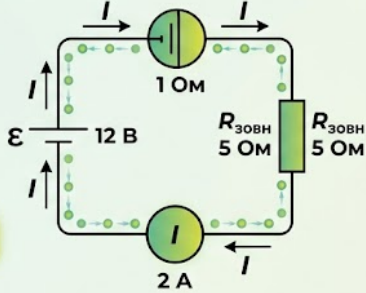
I
U_{AB}
V
Ом

I Сила струму, А
 U_{AB} Напруга, В
 R Опір, Ом

$$I = \frac{U_{AB}}{R}$$

II. ДЛЯ ПОВНОГО КОЛА

Сила струму в повному колі дорівнює відношенню ЕРС джерела струму до повного опору кола.



ε
R_{зовн}
Ом
r_{вн}

ε Електрорушійна сила, ЕРС, В
 R_{зовн} Зовнішній опір, Ом
 r_{вн} Внутрішній опір джерела, Ом

$$I = \frac{\epsilon}{R_{\text{зовн}} + r_{\text{вн}}}$$

6. Режими роботи електричного кола

Залежно від значення опору навантаження розрізняють кілька базових режимів роботи джерела електричної енергії та електричного кола в цілому [cite: 3]. Їх можна проаналізувати за допомогою зовнішньої характеристики джерела — графіка залежності $U = f(I)$.

6.1. Режим холостого ходу (неробочий режим)

У цьому режимі зовнішнє коло розімкнене, опір навантаження прямує до нескінченності ($R_z = \infty$). Струм у колі дорівнює нулю ($I = 0$). З рівняння $U = E - I \cdot R_{вн}$ випливає, що напруга на затискачах джерела досягає свого максимального значення і дорівнює ЕРС: $U_{хх} = E$ [cite: 3]. Потужність не генерується і не споживається.

6.2. Режим короткого замикання (К.З.)

Виникає, коли затискачі джерела з'єднуються провідником з дуже малим опором, тобто коли опір навантаження $R_z = 0$. Напруга на затискачах падає до нуля ($U = 0$). Струм у колі сягає максимально можливого для даного джерела значення — струму короткого замикання [cite: 3]:

$$I_{кз} = E / R_{вн}$$

Оскільки внутрішній опір потужних джерел (трансформаторів підстанцій, генераторів) є дуже малим, струм К.З. може в десятки й сотні разів перевищувати робочий. Це супроводжується миттєвим виділенням величезної кількості теплоти ($P = I_{кз}^2 \cdot R_{вн}$), що спричиняє плавлення ізоляції, пожежі та руйнування апаратури. Режим К.З. є аварійним і недопустимим. Для захисту ліній від струмів К.З. встановлюють автоматичні вимикачі або плавкі запобіжники.

6.3. Номінальний (робочий) режим

Це режим, при якому струми, напруги та потужності відповідають значенням, на які розраховано джерело або приймач на заводі-виробнику. Ці значення вказуються в паспорті обладнання (наприклад, електродвигун 380 В, 10 А, 5 кВт). У номінальному режимі забезпечуються найбільш оптимальні умови роботи (високий ККД, довговічність, нормальний тепловий режим) [cite: 3].

6.4. Узгоджений режим

Режим, при якому від джерела до навантаження передається максимальна потужність. Він настає тоді, коли опір навантаження дорівнює внутрішньому опору джерела ($R_z = R_{вн}$) [cite: 3]. Струм в узгодженому режимі становить половину від струму К.З.: $I_{узг} = E / (2 \cdot R_{вн})$. Напруга на затискачах дорівнює $U = E / 2$. ККД у цьому режимі становить 50%, оскільки половина потужності виділяється у вигляді тепла всередині джерела. Тому для потужних енергетичних установок (трансформаторних підстанцій) цей режим є неприйнятним. Однак він широко використовується в слабкострумівій техніці, електроніці та автоматиці будівель, де потрібно передати максимальний сигнал від датчика до підсилювача [cite: 3].



7. Закони Кірхгофа та їх практичне застосування

Закон Ома дозволяє розрахувати лише прості кола (з одним джерелом або легко згортуваними опорами). Для аналізу складних розгалужених кіл застосовують закони Кірхгофа, які є наслідком законів збереження заряду та енергії [cite: 3].

7.1. Перший закон Кірхгофа (закон струмів)

Застосовується для вузлів кола. Він стверджує, що алгебраїчна сума струмів у будь-якому вузлі електричного кола дорівнює нулю [cite: 3]:

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

При складанні рівнянь струми, спрямовані до вузла, беруться з одним знаком (зазвичай «+»), а струми, спрямовані від вузла — з протилежним знаком («-»). Фізичний зміст першого закону Кірхгофа: електричний заряд у вузлах не накопичується. Отже, сума струмів, що входять у вузол, дорівнює сумі струмів, що виходять з нього [cite: 3].

Практичний приклад: При проектуванні розподільного щитка будівельного майданчика загальний вхідний струм від магістралі дорівнюватиме сумі струмів, які розходяться по вітках до крана, освітлення та зварювального поста.

7.2. Другий закон Кірхгофа (закон напруг)

Застосовується для замкнених контурів. Він стверджує: у будь-якому замкненому контурі електричного кола алгебраїчна сума електрорушійних сил (ЕРС) дорівнює алгебраїчній сумі падінь напруг на всіх резистивних ділянках цього контуру [cite: 3]:

$$\sum_{k=1}^m E_k = \sum_{k=1}^n I_k \cdot R_k$$

Для складання рівнянь за другим законом Кірхгофа використовують наступне правило знаків:

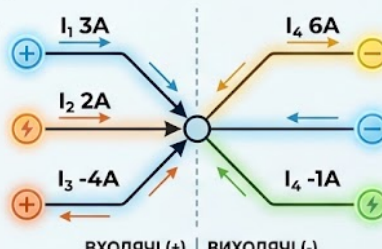
1. Вибирають довільний напрямок обходу контуру (наприклад, за годинниковою стрілкою).
2. ЕРС записується зі знаком «плюс», якщо її напрямок (від «-» до «+» джерела) збігається з напрямком обходу контуру. У протилежному випадку — зі знаком «мінус» [cite: 3].
3. Падіння напруги ($I_k \cdot R_k$) записується зі знаком «плюс», якщо напрямок струму I_k у вітці збігається з напрямком обходу. Якщо не збігається — зі знаком «мінус» [cite: 3].

Система рівнянь, складена за законами Кірхгофа, є повною і достатньою для знаходження всіх невідомих струмів у колі. Якщо коло має $N_{\text{вуз}}$ вузлів і $N_{\text{віт}}$ віток, то за першим законом складають $(N_{\text{вуз}} - 1)$ рівнянь, а за другим законом — решту рівнянь для незалежних контурів: $N_{\text{конт}} = N_{\text{віт}} - (N_{\text{вуз}} - 1)$.



ЗАКОНИ КІРХГОФА (ZAKONY KIRKHOFA)

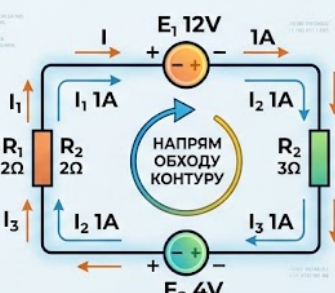
ПЕРШИЙ ЗАКОН КІРХГОФА (ЗАКОН ВУЗЛІВ)



ВХОДЯЧІ (+) | ВИХОДЯЧІ (-)

- Визначення:** Алгебраїчна сума струмів, що входять у вузол, дорівнює нулю.
- Формула:** $\sum I = 0$
- Приклад розрахунку для вузла:**
 $\sum I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 3 + 2 - 4 - 1 = 0$
 Або: Сума входячих = Сума виходячих.
 $I_1 + I_2 = I_3 + I_4$

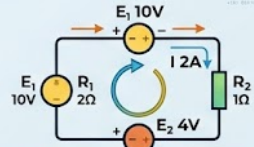
ДРУГИЙ ЗАКОН КІРХГОФА (ЗАКОН КОНТУРІВ)



ЕРС (E):
+ +E якщо саме за контуру
- -E якщо опрозите впоиовино

СТРУМ ТА ОПІР (I·R):
+ +I·R якщо саме за контуру
- -I·R якщо опровмте впопрвно

- Визначення:** Алгебраїчна сума ЕРС у замкнутому контурі дорівнює алгебраїчній сумі падінь напруги.
- Формула:** $\sum E = \sum (I \cdot R)$
- Приклад розрахунку для контуру:**
 $\sum E = E_1 - E_2 = 12 - 4 = 8\text{V}$
 $\sum I \cdot R = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 = (1 \cdot 2) + (1 \cdot 3) = 6\text{V}$



$\sum E = 10 - 4 = 6\text{V}$
 $\sum (I \cdot R) = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 = (2 \cdot 2) + (2 \cdot 1) = 6\text{V}$

ЗАСТОСУВАННЯ У РОЗРАХУНКУ СКЛАДНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ.

8. Робота, потужність, теплова дія електричного струму (закон Джоуля-Ленца)

8.1. Робота і потужність

При переміщенні електричного заряду Q по ділянці кола з напругою U виконується робота $A = U \cdot Q$. Враховуючи, що заряд дорівнює $Q = I \cdot t$, отримуємо формулу роботи струму на пасивній ділянці [cite: 3]:

$$A = U \cdot I \cdot t$$

Одиницею вимірювання роботи та енергії в системі СІ є Джоуль (Дж). На практиці в електроенергетиці широко застосовують позасистемну одиницю — кіловат-годину (кВт·год), за якою здійснюється облік спожитої електроенергії (1 кВт·год = $3,6 \cdot 10^6$ Дж).

Електрична потужність P визначає швидкість виконання роботи, або роботу за одиницю часу [cite: 3]. Потужність вимірюється у Ватах (Вт).

$$P = A / t = U \cdot I$$

Для споживача з активним опором R , використовуючи закон Ома ($U = I \cdot R$), потужність можна записати у трьох еквівалентних формах [cite: 3]:

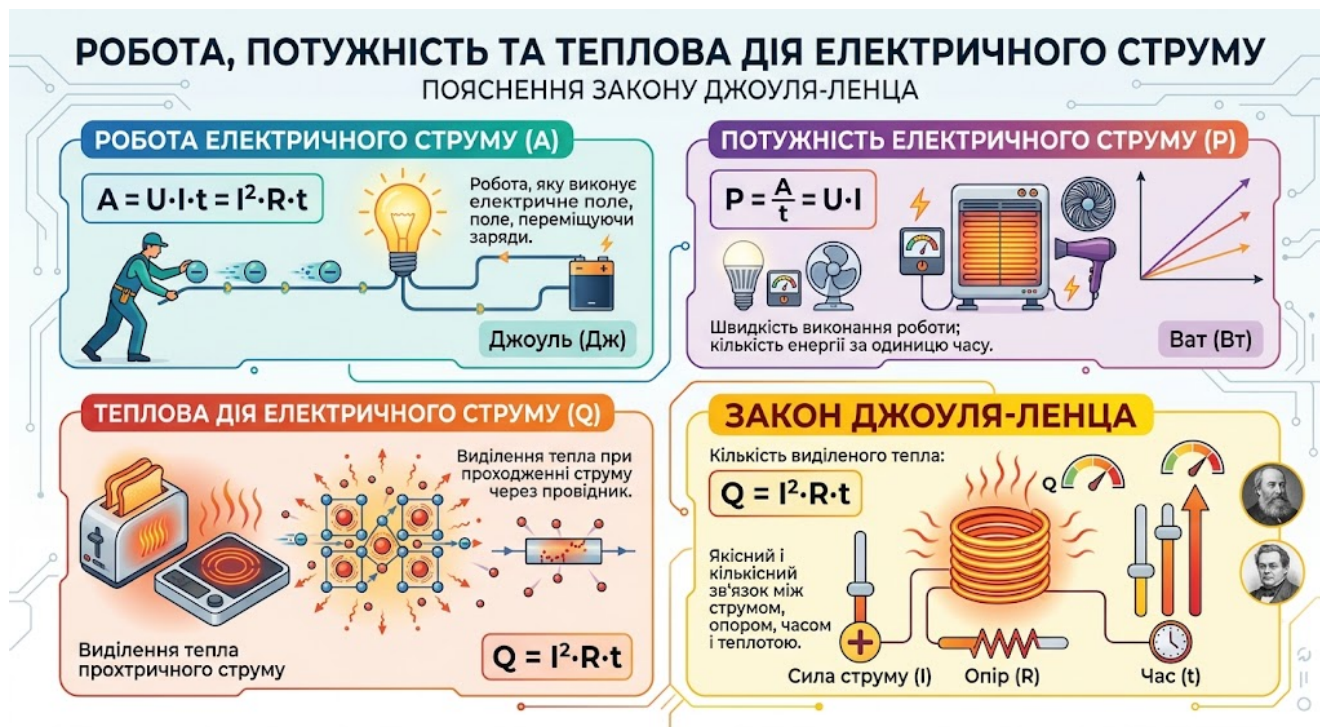
$$P = U \cdot I = I^2 \cdot R = U^2 / R$$

8.2. Теплова дія струму. Закон Джоуля-Ленца

Під час протікання струму через провідник, що має опір, електрична енергія перетворюється в теплову [cite: 3]. Цей процес описується законом Джоуля-Ленца: кількість теплоти W , що виділяється у провіднику, прямо пропорційна квадрату сили струму, опору провідника та часу проходження струму [cite: 3]:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

Теплова дія струму лежить в основі роботи багатьох пристроїв: електрокалориферів, зварювальних апаратів, систем захисту від замерзання водостоків, ламп розжарювання. Однак, теплова дія має й негативний аспект: вона спричиняє нагрівання кабелів, електродвигунів та контактних з'єднань, що є джерелом втрат енергії ($\Delta P = I^2 \cdot R$) [cite: 3]. У будівельній практиці правильний вибір перерізу кабелів за умови допустимого нагрівання є найважливішим завданням для запобігання пожежам.



9. Баланс потужностей в електричному колі

Згідно з фундаментальним законом збереження енергії, енергія не створюється з нічого і не зникає. У замкненому електричному колі загальна потужність, що генерується всіма джерелами електричної енергії, повинна точно дорівнювати сумарній потужності, що споживається всіма приймачами (включаючи втрати на внутрішньому опорі самих джерел) [cite: 3]. Це рівняння називається **балансом потужностей**.

$$\sum P_{\text{генераторів}} = \sum P_{\text{споживачів}}$$

Математично баланс потужностей записується так:

$$\sum (\pm E_k \cdot I_k) = \sum (I_m^2 \cdot R_m)$$

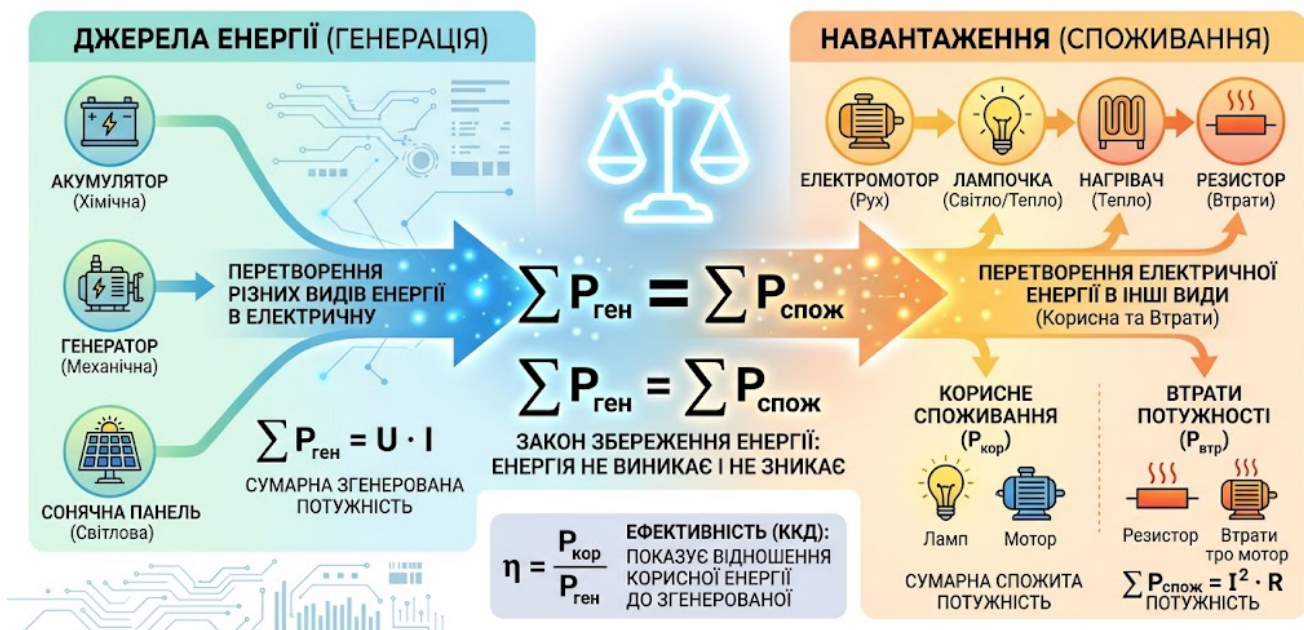
Правило знаків для потужності джерел:

- Якщо напрямок електрорушійної сили E і струму I у гілці з джерелом **збігаються**, це означає, що дане джерело працює в режимі генератора (віддає енергію в коло). У лівій частині рівняння балансу потужностей цей добуток береться зі знаком «**плюс**» [cite: 3].
- Якщо струм I у гілці тече назустріч ЕРС E (від плюса до мінуса), то джерело працює в режимі споживача (наприклад, акумулятор, що заряджається, або генератор, переведений у двигунний режим). У цьому випадку добуток $E \cdot I$ записується зі знаком «**мінус**» (або переноситься в праву частину рівняння до споживачів зі знаком «плюс») [cite: 3].

Оскільки потужність споживачів ($I^2 \cdot R$) завжди додатна (енергія безповоротно розсіюється у вигляді тепла), права частина рівняння завжди позитивна.

Практичне значення: Складання рівняння балансу потужностей є обов'язковою перевіркою правильності розрахунку складного електричного кола. Якщо розрахунки виконані коректно, сума потужностей генерації збігатиметься з сумою потужностей споживання з допустимою похибкою розрахунку (зазвичай до 1-2%). Якщо ж баланс не сходиться — це свідчить про наявність математичної або логічної помилки в застосуванні законів Кірхгофа.

БАЛАНС ПОТУЖНОСТЕЙ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОЛІ



Контрольні запитання для самоперевірки

1. Що називається електричним колом і з яких елементів воно може складатися? [cite: 3]
2. Поясніть сутність топологічних понять: вітка, вузол, контур. Як вони використовуються?
3. Що таке ідеальне джерело ЕРС і чим воно відрізняється від реального джерела напруги? [cite: 3]
4. Як формулюється закон Ома для ділянки кола та для повного електричного кола? [cite: 3]
5. Охарактеризуйте режими роботи джерела електроенергії (номінальний, холостий хід, коротке замикання). У чому небезпека режиму короткого замикання? [cite: 3]
6. Сформулюйте перший і другий закони Кірхгофа для кіл постійного струму та наведіть приклади їх застосування. [cite: 3]
7. Що таке електричний опір і від яких параметрів він залежить? Як впливає температура на опір металевих провідників? [cite: 3]
8. Як визначається електрична потужність джерела та споживача? [cite: 3]
9. У чому полягає суть закону Джоуля-Ленца? Наведіть приклади його корисного та негативного прояву в будівельних технологіях. [cite: 3]
10. Що таке баланс потужностей і як він використовується для перевірки правильності розрахунків електричного кола? [cite: 3]

Рекомендована література

- 1. Болюх В. Ф. Основи електротехніки, електроніки та мікропроцесорної техніки: навч. посіб. / В. Ф. Болюх, В. Г. Данько, Є. В. Гончаров; за ред. В. Г. Данька; НТУ «ХПІ». – Харків : Планета-Прінт, 2019. – 248 с. [cite: 3]
- 2. Гуржій А. М., Мещанінов С. К., Нельга А. Т., Співак В. М. Електротехніка та основи електроніки: Підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. – Київ: «Літера ЛТД», 2020. [cite: 1]
- 3. Сосков А.Г., Колонтаєвський Ю.П. Промислова електроніка: Підручник. / За ред. А.Г. Соскова. – К.: Каравела, 2015. – 536 с. [cite: 2]



**ДНІПРОВСЬКИЙ
ПРОФЕСІЙНИЙ
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
КОЛЕДЖ**

ЗАКЛАД ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Документ містить ознайомчий фрагмент.

**Повна версія доступна в електронній
бібліотеці закладу після входу в особистий
кабінет студента.**