

Лекція 1.

Загальні поняття та визначення в електротехніці

Курс лекцій

Керівник Мрачковський А.М.

+38 067 209 86 80, talk.about.alps@gmail.com

План лекції

- 1. Структура та складові електричних кіл*
- 2. Струм, напруга, енергія та потужність в електричному колі*
- 3. Джерела напруги та струму в електричних колах*
- 4. Міжнародна система одиниць в електротехніці*

*А.Мрачковський, кафедра
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій НУБіП України*

*Що б нам
пригадати?*

Трохи фізики?



ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЦІ

Електротехніка – це галузь науки і техніки, предметом якої є дослідження і практичне використання електромагнітних явищ. Основою цих явищ є електромагнітне поле (в якому для цілей дослідження виокремлюють електричне та магнітне поля) та електричний заряд.

Властивості електричної енергії:

- отримання з інших видів енергії;*
- передавання на значну відстань;*
- розділення на окремі частини для передавання різним споживачам;*
- перетворення на інші види енергії.*

Електромагнітне поле - це особливий вид матерії, яка оточує заряджені частинки та передає силові взаємодії між ними.

Електричним зарядом елементарної частинки називається її фізична властивість, яка характеризує наявність у частинки власного електромагнітного поля та його силову взаємодію із зовнішнім електромагнітним полем.

*Для кількісної оцінки наявності електричного заряду в тілі введено фізичну величину — кількість електричного заряду, яка позначається літерою Q і виміряється в кулонах **Кл**.*

Особливістю електроенергії є те, що вона не накопичується у вигляді готової продукції, її виробництво електричними генераторами, передача за допомогою електричних ліній і споживання струмоприймачами здійснюється окремо, (по-різному), але одночасно це нерозривний і неперервний процес перетворення одних видів енергії в інші.

Електричні заряди можуть відрізнятися за знаком (+) або (-). Встановлено, що однойменні заряди відштовхуються, а різнойменні притягуються.

В 1785 році французький фізик Ш.О.Кулон встановив кількісний **закон** взаємодії точкових зарядів:


$$F = Q_1 Q_2 / 4\pi R^2 \varepsilon$$

Згідно з **законом Кулона** сила взаємодії F двох точкових зарядів прямо пропорційна добутку їх величин Q_1 і Q_2 , і обернено пропорційна квадрату відстані між ними R і залежить від властивостей середовища, в якому вони знаходяться.

Коефіцієнт пропорційності ϵ в формулі називається абсолютною діелектричною проникністю середовища і він характеризує вплив середовища на електричне поле і має одиницю вимірювання Ф/м.

За наявністю вільних носіїв електричного заряду речовини поділяються на три класи:

- провідники,*
- напівпровідники,*
- діелектрики.*

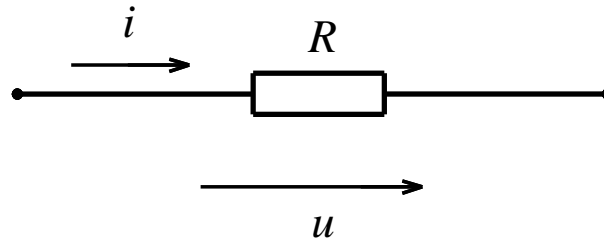


*1. Структура та
складові
електричних кіл*

Електричним колом називається сукупність пристроїв та об'єктів, які утворюють шлях для електричного струму і призначені для генерування, передавання, перетворення і споживання електроенергії, електромагнітні процеси в яких можуть бути описані за допомогою таких понять як струм, електрорушійна сила (е.р.с.), напруга тощо.

Особливістю електроенергії є те, що вона не накопичується у вигляді готової продукції, її виробництво електричними генераторами, передача за допомогою електричних ліній і споживання струмоприймачами здійснюється окремо, (по-різному), але одночасно це **нерозривний і неперервний процес перетворення одних видів енергії в інші.**

До параметрів електричного кола належать:



Активний опір (R) – характеризує властивість елемента незворотно перетворювати електричну енергію джерела в інші види енергії, наприклад в теплову в нагрівальних приладах.

*Значення цього параметру визначається **законом Ома**: опір дорівнює відношенню напруги до струму в ньому*

$$**R=U/I**$$

*Електричний опір резистивного елемента вимірюється в **омах**.*

$$**1 Ом = В/А**$$

Названий на честь видатного німецького фізика Георга Симона Ома (нім. Georg Simon Ohm; 1789-1854), який теоретично вивів й експериментально підтвердив закон, що встановлює зв'язок між силою струму в електричному колі, напругою й опором.

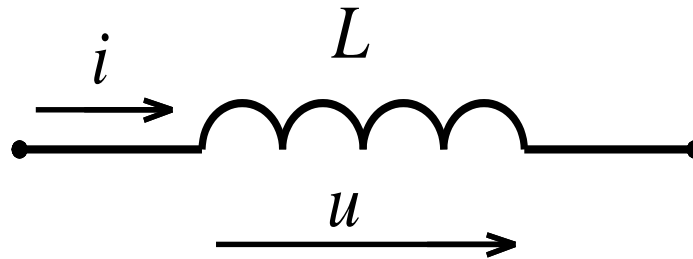
Величина зворотна до електричного опору – коефіцієнт пропорційності **G** у співвідношенні **$G = 1/R = I/U$** називається **електричною провідністю**.

Електрична провідність резистивного елемента вимірюється в сіменсах

$$1 \text{ См} = A/V = 1/\text{Ом}$$

Одиниця названа на честь відомого німецького інженера, винахідника, підприємця Ернста Вернера фон Сіменса (нім. *Werner von Siemens*, 1816-1892) – засновника всесвітньовідомої фірми *Siemens*.

Індуктивність - це властивість елемента накопичувати енергію магнітного поля.



Індуктивність вимірюється у **генрі (Гн)**,

$$1 \text{ Гн} = \text{Вб/А} = \text{Ом с}$$

Одиниця названа на честь видатного американського фізика Джозефа Генрі (англ. *Joseph Henry*, 1797-1878), який відкрив явище самоіндукції в електромагнетизмі.

При проходженні струму крізь індуктивний елемент (індуктивність) навколо останнього утворюється магнітне поле.

Магнітне поле графічно відображається магнітними силовими лініями, які огинають провідники зі струмом і завжди замкнені (див. рис. 4).

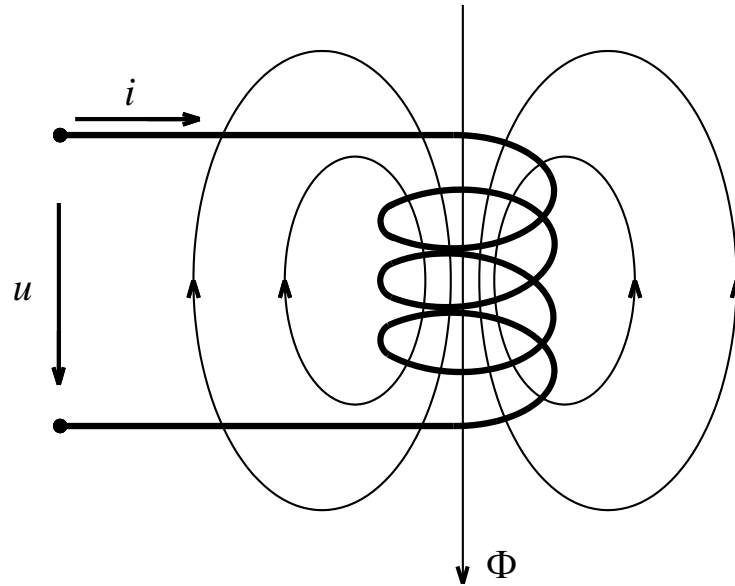


Рис.4. Графічне умовне відображення картини магнітного поля навколо індуктивного елемента

Магнітне поле характеризується напруженістю та індукцією .

Індуктивний опір являє собою опір протіканню змінного струму через котушку індуктивності (індуктивність), який виникає в наслідок створення ЕРС самоіндукції, що індукується в котушці за законом електромагнітної індукції.

Індуктивний опір дорівнює добутку кутової частоти струму і індуктивності:

$$X_L = \omega L,$$

де $\omega = 2\pi f$ – кутова частота

При постійному струму $\omega = 0$, а також, $X_L = 0$).

При протіканні **змінного струму** через індуктивність виникає змінний магнітний потік.

Добуток магнітного потоку на кількість витків в котушки (повний магнітний потік) називається *потокозчепленням*.

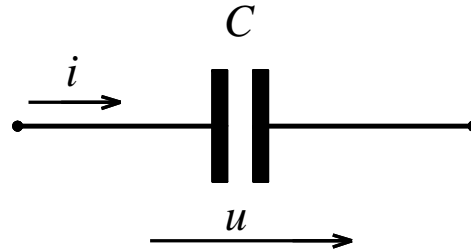
Магнітний потік – величина, що кількісно характеризує поширення (проникнення, проходження) магнітного поля крізь визначену поверхню, розміщену у даному магнітному полі.

Напруженість магнітного поля вимірюється в «амперах на метр» (А/м), індукція – у *тесла* (Тл), магнітний потік – у *веберах* (Вб).

Одиниця названа на честь видатного фізика, винахідника в галузі електротехніки Ніколи Тесла (англ. *Nikola Tesla*; 1856 –1943).

Одиниця названа на честь видатного німецького фізика Вільгельма Едуарда Вебера (нім. *Wilhelm Eduard Weber*; 1804 - 1891).

Ємність - це властивість елемента накопичувати енергію в електричному полі.



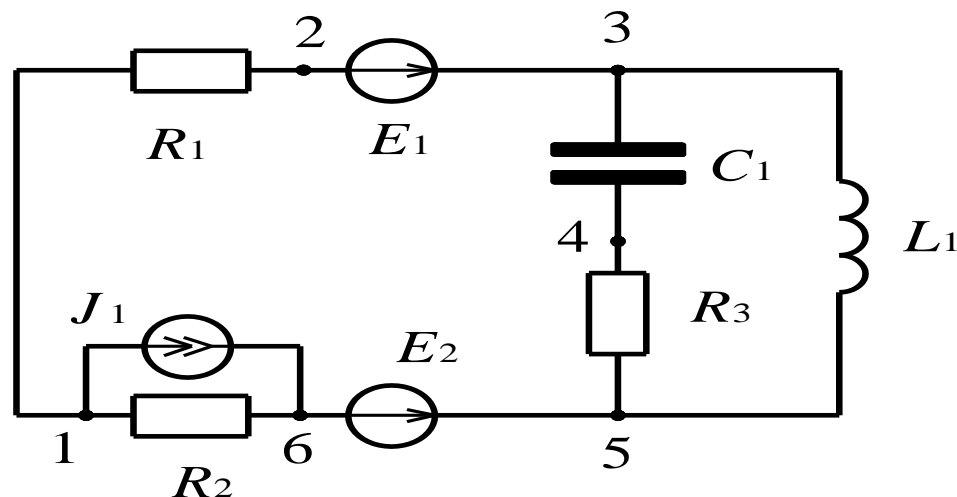
Ємнісний опір являє собою опір протіканню змінного струму через конденсатор (електричну ємність), який виникає внаслідок перетворення електричної енергії змінного струму в енергію електричного поля конденсатора, що протидіє протіканню струму. Цей опір дорівнює:

$$X_c = 1/\omega c$$

Кількісною мірою ємнісного елемента є ємність, яка вимірюється у **фарадах**. При постійному струмі $X_c = 0$.

Одиниця названа на честь видатного англійського фізика Майкла Фарадея (англ. Michael Faraday, 1791-1867).

Основними поняттями, що характеризують геометрію електричного кола, є вітка, вузол та контур.



***Вітка** електричного кола – це ділянка кола з двома виводами. В якості **вітки** приймають ділянку кола з послідовно з'єднаних елементів, крізь які протікає струм однакової величини (або ділянки з паралельно з'єднаних елементів, напруга на виводах яких має одне й те саме значення).*

На схемі можна виділити вітку, яка складається з послідовно з'єднаних елементів (між позначками 1 та 3) або (між позначками 3 та 5). Також як вітку слід розглядати послідовно-паралельне з'єднання елементів (між позначками 3 та 5).

Вузол електричного кола – це точка, в якій сходяться принаймні дві вітки. (На рис. 1 вузли помічені цифрами).

Вузол, в якому сходяться дві вітки, називають вузлом, що може бути усунений, адже такий вузол розміщується в середині вітки (див. вузли 2 та 4).

Тому в подальшому під вузлом розумітимемо точку (місце в електричному колі), де сходяться не менше ніж три вітки,

Контуром електричного кола зветься будь-який замкнений шлях, що проходить крізь ряд віток та вузлів (наприклад, на рис. 1.2 можна виділити замкнені шляхи

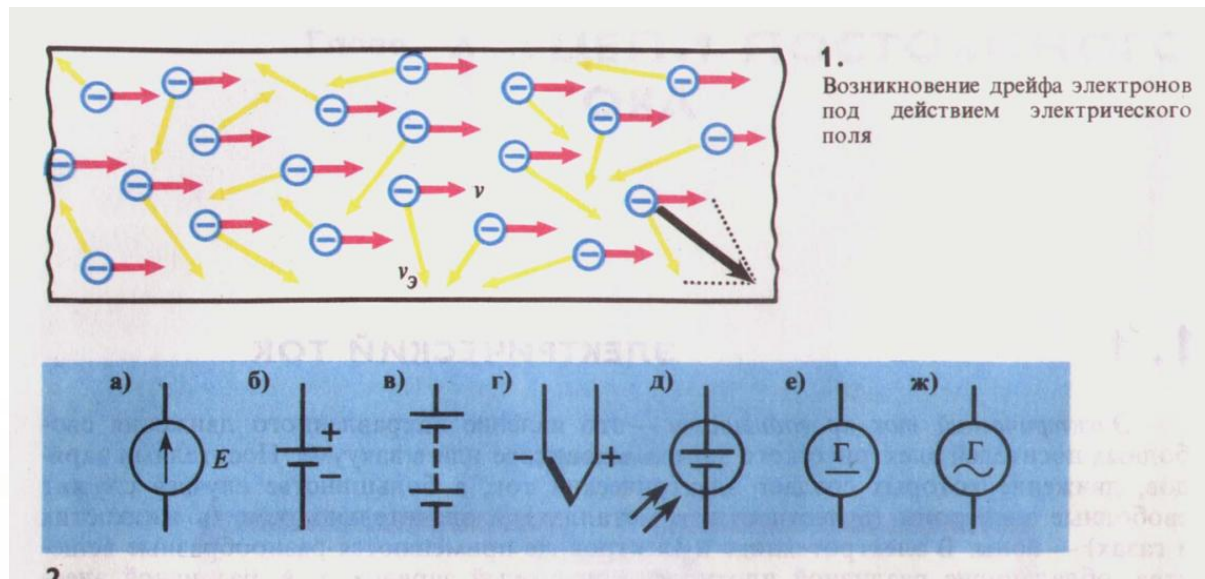
$1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 1, 1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 1$

які утворюють контури даного електричного кола).

*2. Струм, напруга,
енергія та
потужність в
електричному колі*

Електричний струм. Якщо на кінцях провідника накопичені заряди різних знаків, то в ньому виникає однорідне електричне поле, а на вільні заряди провідника діятимуть кулонові сили, спричинюючи упорядкований рух зарядів.

Упорядкований рух вільних зарядів у провіднику під дією електричного поля називають **електричним струмом** провідності.



Електричний струм – направлений потік заряджених частинок.

За напрям струму приймають напрям руху позитивних зарядів, тобто від + до -.

Струм, який тривалий час не змінюється за величиною і напрямом називають **постійним**.

Струм, що періодично змінюється за величиною і напрямом, називають **змінним**.

Кількісною характеристикою електричного струму є фізична величина – сила струму.

Сила струму дорівнює заряду, що проходить через поперечний переріз провідника за одиницю часу.

$$I = Q/t$$

Одиницею вимірювання сили струму є ампер **$1 A = Кл/с$** .

Одиниця вимірювання струму названа на честь Ампера, Андре-Марі (фр. *Andre-Marie Ampere*, 1775-1836) – видатного французького фізика та математика, який ввів у фізику поняття “ електричний струм ”.

Напруга - це величина, яка дорівнює різниці потенціалів двох точок або величина втрати енергії, на переміщення одиниці заряду між двома точками кола:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = W / q$$

Одиницею вимірювання напруги є **вольт (В)**.

$$1 \text{ В} = \text{Дж} / \text{Кл}$$

Одиниця названа на честь видатного італійського фізика, хіміка, фізіолога, одного з засновників теорії електрики Вольта, *Алессандро Джузеппе Антоніо Анастасіо Джероламо Умберто* (італ. *Volta, Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Gerolamo Umberto*; 1745 – 1827).

Потужність є алгебраїчною величиною, яка визначається добутком напруги та струму.

$$P = U I$$

Додатна позначка потужності визначатиме її споживання в даному електричному колі (на даній ділянці кола), тоді як від'ємна – говорить про те, що потужність на даній ділянці електричного кола генерується.

$$1 \text{ Вт} = \text{В А}$$

Одиниця названа на честь шотландського винахідника-механіка, творця універсальної парової машини подвійної дії Джеймса Ватта (англ. James Watt; 1736 – 1819).

*3. Джсерела напруги
та струму в
електричних колах*

В електричних колах джерела напруги та струму – це елементи, які живлять коло електромагнітною енергією. Вони є причиною появи в електричному колі струмів та напруги.

У джерелах напрямки напруги та струму протилежні. Отже визначена для них потужність буде від'ємною, а це означає, що джерела не споживають енергію, а, навпаки, віддають її у електричне коло.

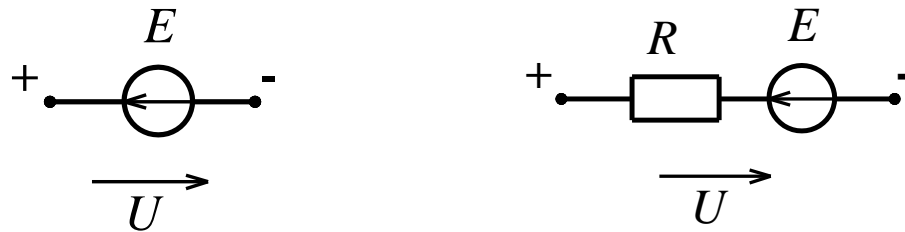


Рис. 2. Схема з позначенням джерела напруги (постійного струму) з нульовим (а) та з активним (б) внутрішнім опором

Джерело напруги – це елемент електричного кола з двома виводами-полюсами, причому напруга на вказаних виводах задана у вигляді функції у часі незалежної від величини струму, що віддається у електричне коло (у зовнішнє коло).

Напругу на виводах джерела називають також електрорушійною силою (ЕРС).

Електрорушійною силою називається фізична величина, яка дорівнює відношенню енергії, затраченої сторонніми силами на перенесення заряду з одного затискача джерела на інший, до величини цього заряду:

$$E = W_{ст} / q = E_{ст} l$$

де: $E_{ст}$ - напруженість поля сторонніх сил;

l - відстань між затискачами.

E - постійна ЕРС;

Джерело струму – це елемент електричного кола з двома виводами-полюсами, який збуджує у колі струм із заданим законом змінення у часі, незалежно від величини напруги, що діє між його виводами.

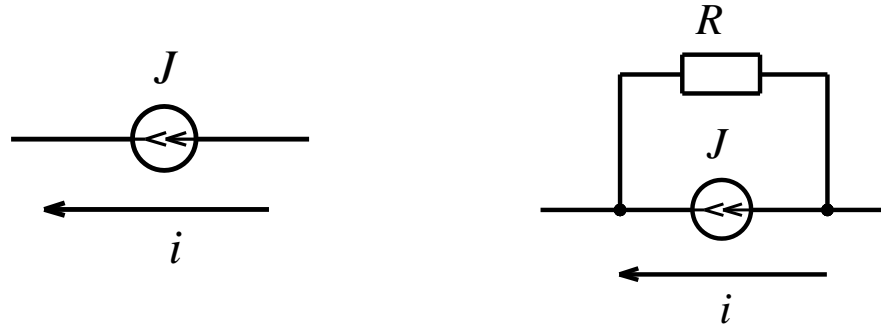


Рис.3. Схеми з позначеннями джерела струму з нульовою (а) та з активною (б) внутрішньою провідністю

Внутрішня провідність такого джерела дорівнює нулю.

Джерело струму має визначений внутрішній опір, для відображення якого на схемі використовується резистивний елемент, що підключається паралельно з джерелом струму.



*4. Міжнародна
система одиниць в
електротехніці*

Величина та її позначення	Одиниця СІ	
	найменування	скорочене позначення або розмірність
1	2	3
Основні одиниці		
1. Довжина l (L)	метр	М
2. Маса G, g	кілограм	кг
3. Час t	секунда	с
4. Електричний струм (сила електричного струму) I, i	ампер	А
5. Термодинамічна температура T	кельвін	К
6. Кількість речовини N	моль	моль
7. Сила світла j	кандела	кд

Похідні одиниці

1. Ємність електрична C	фарад	Ф (Кл/В)
2. Індукція магнітна B	тесла	Тл (Вб/м ²)
3. Індукція власна L , взаємна M	генрі	Гн (Вб/А)
4. Потужність: - активна P	ват	Вт (Дж/с)
- повна S	вольт-ампер	В·А
- реактивна Q	вольт-ампер реак	ВАР
5. Напруга електрична U	вольт	В
6. Різниця електричних потенціалів U	вольт	В
7. Потік магнітний Φ	вебер	Вб (В·с)
8. Потокозчеплення ψ	вебер	Вб (В·с)
9. Робота, енергія (електромагнітна), кількість теплоти W	джоуль	Дж (Н·м; Вт·с)
10. Сила: - електрорушійна E	вольт	В
- магніторушійна F, F_m	ампер	А
11. Опір електричний (постійного струму R, r ; активний R, r ; реактивний X, x ; повний Z)	ом	Ом (В/А)
12. Питомий опір ρ	ом-метр	Ом·м
13. Провідність електрична G, g ; повна Y ; активна G, g ; р еактивна B, b	сіменс	См (1/Ом)
14. Провідність питома γ	сіменс на метр	См/м (1/Ом·м)
	вольт на метр	В/м (Н/Кл)
	ампер на метр	А/м
	Кулон	Кл (А·с)

Похідні одиниці

15. Напруженість: - електричного поля E - магнітного поля H	Вольт ампер на метр	В А/м
16. Кількість електрики, заряд Q	кулон	Кл (А·с)
17. Потенціал електричний U, φ	Вольт	В
18. Частота коливань електричної або магнітної величини f, γ	герц ньютон-метр	Гц (1/с) Н·м
19. Момент сили M	кілограм-метр	кг·м ²
20. Момент інерції J	секунда	с
21. Період коливання електричної та магнітної величини T	метр за секунду	м/с
22. Швидкість поширення електромагнітних хвиль c	радіан за секунду	рад/с
23. Швидкість кутова ω	секунда в “-”першій степені	с ⁻¹
24. Частота обертання n		
25. Проникність (абсолютна):		
- діелектрична ϵ_0, ϵ	фарад на метр	Ф/м
- магнітна μ_0, μ	генрі на метр	Гн/м

ВИСНОВКИ

1. Електричні кола характеризуються елементами (струм, напруга, електрорушійна сила) і параметрами (активним, індуктивним і ємнісним опорами), а також періодом, частотою та довжиною хвилі.

2. Постійний струм характеризується тим, що його параметри не залежать від часу, тоді як параметри змінного струму змінюються в часі за різними законами.

3. Існування електричного струму нерозривно пов'язане з існуванням електричного і магнітного полів. При змінному струмі ці поля змінюються в часі.

4. Знання базових законів Ома і Кірхгофа необхідні для розрахунків електричних кіл постійного та змінного струмів.

5. При різних типах з'єднань (послідовне і паралельне) існують свої закономірності, які визначають струм і напругу в електричному колі.



Час для релаксу ☺