ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

 lll курс, група № 10

 Урок № 1

**Тема: Кола постійного струму: [паралельне](http://asyan.org/potrf/%D0%9A-%D1%82%D1%8C%2B%D0%B3-%D0%BDf/main.html), послідовне та змішане з'єднання елементів. Закон Ома для повного кола. Закон Кіргофа.**

**Електричний струм**. Відомо, що *електричним струмом називається напрямлений рух заряджених частинок.*

Електричний струм має певний напрям. За напрям електричного струму приймається напрям руху позитивно заряджених частинок.

Безпосередньо рух частинок у провіднику ми побачити не можемо. Про наявність електричного струму можна робити висновок на підставі тих дій або явищ, які його супроводжують (теплові, магнітні, хімічні).

**Сила струму**. Якщо в колі протікає електричний струм, то це означає, що через поперечний переріз провідника весь час переноситься електричний заряд. Заряд перенесений за одиницю часу служить основною кількісною [характеристикою струму](http://asyan.org/potrf/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%3A%2B%C2%AB%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B0%2B%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%2B%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D1%83%C2%BB.%2B%D0%92%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BD%D1%82%2B%E2%84%961f/main.html), що носить назву сила струму.

*Силою струму називається скалярна величина, яка чисельно дорівнює кількості електрики, що проходить за одиницю часу через площу поперечного перерізу провідника*:

Для того, [щоб розрахувати силу струму](http://asyan.org/potrf/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%D0%BD%D0%B0%2B%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%2B%D0%9D%D0%B0%2B%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%83%3A%2B%C2%AB%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%2B%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%2B%D0%B2%2B%D0%B6%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%96%2B%D1%81%D1%83%D1%87%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97%2B%D0%BB%D1%8E%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%C2%BBf/main.html), знайдемо заряд ?*q*, який протікає через поперечний переріз провідника за час ?*t*. За цей час через переріз провідника пройдуть тільки ті заряди, які рухаються із швидкістю, співнапрямленою з напруженістю зовнішнього електричного поля і містяться усередині циліндра перерізом *S* із твірною . Знаючи концентрацію *п* заряджених частинок, можна знайти число заряджених частинок у цьому об'ємі  і визначити їх заряд:

де *q*0 — заряд однієї частинки.

Тоді сила струму:

Якщо середня швидкість руху зарядів не залежить від часу, тобто  = const, то сила струму *І* = const.

***Постійним струмом****називається електричний струм, сила й напрям якого не змінюються з часом.*

Густина струму — [векторна величина](http://asyan.org/potrf/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%27%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%2B%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0.%2B%D0%92%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%2B%D1%82%D0%B0%2B%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%2B%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0.%2B%D0%92%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%2B%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%2B%D0%9D%D0%B0%2B%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%83%2B%D0%B2%D1%96%D0%B4%2B%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97%2B%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B8%2C%2B%D1%83%2B%D0%B2%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B9%2B%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%86%D1%96%2B%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BC%2B%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%BC%2B%D1%94%2B%D0%BB%D1%96%D0%BD%D1%96%D1%8F%2C%2B%D1%8F%D0%BA%D0%B0f/main.html), модуль якої дорівнює відношенню сили струму до площі перерізу провідника, через який проходить електричний струм:

Вектор густини струму збігається з напрямом сили струму в провіднику.

У Міжнародній системі одиниць силу струму виражають в амперах (А). Цю одиницю встановлюють на основі магнітної взаємодії струмів.

**3. Джерела струму**. Для наявності струму в провіднику необхідно, щоб у ньому існувало електричне поле, яке характеризується різницею потенціалів на кінцях провідника. У цьому випадку вільні заряди, які є в ньому, беруть участь у напрямленому русі. Проте переміщення зарядів досить швидко приводить до вирівнювання потенціалів. Для тривалого існування струму треба підтримувати сталою різницю потенціалів на кінцях провідника. Це й роблять так звані джерела струму.

Розглянемо найпростіше електричне коло:

Тут 1 і 2 — полюси джерела струму та потенціали полюсів відповідно 1 і 2.

Для того щоб струм був постійним, необхідно, щоб потенціали не змінювалися з часом, не дивлячись на те, що кожної секунди певне число електронів йде з полюса 2 і стільки ж приходить на полюс 1. Очевидно, усередині джерела повинні діяти сили, які б за секунду переносили всі [електрони](http://asyan.org/potrf/%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%2B%D1%83%2B%D0%B2%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%83%D0%BC%D1%96f/main.html), що прийшли на полюс 1, назад, на полюс 2. Причому, цим силам доведеться долати тяжіння електронів до полюса 1 і — відштовхування їх від полюса 2, тобто ці сили повинні діяти проти сил електричного поля, створюваного зарядами полюсів. Звідси ясно, що природа цих сил повинна бути не електростатичною. Тому назвемо ці сили сторонніми.

Тепер стає зрозумілою роль сторонньої сили в електричному колі: напрямляти електричні заряди проти електростатичних сил, відділяти негативні заряди від позитивних і приєднувати їх до негативних.

Сторонні сили своєю роботою замикають коло й забезпечують постійність струму. Ці сили в різних джерелах мають неоднакове походження. Наприклад, у гальванічних [елементах це сили](http://asyan.org/potrf/%D0%A1%D0%98%D0%9D%D0%A2%D0%95%D0%97%2B%D0%91%D0%9B%D0%9E%D0%9A%D0%86%D0%92%2B%D0%9F%D0%A0%D0%9E%D0%A1%D0%A2%D0%9E%D0%A0%D0%9E%D0%92%D0%9E%D0%87%2B%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%A3%D0%A2%D0%90%D0%A6%D0%86%D0%87%2B%D0%9D%D0%90%2B%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%86%D0%A7%D0%9D%D0%98%D0%A5%2B%D0%95%D0%9B%D0%95%D0%9C%D0%95%D0%9D%D0%A2%D0%90%D0%A5%2C%2B%D0%9C%D0%A3%D0%9B%D0%AC%D0%A2%D0%98%D0%9F%D0%9B%D0%95%D0%9A%D0%A1%D0%9E%D0%A0%D0%90%D0%A5%2C%2B%D0%94%D0%95%D0%9C%D0%A3%D0%9B%D0%AC%D0%A2%D0%98%D0%9F%D0%9B%D0%95%D0%9A%D0%A1%D0%9E%D0%A0%D0%90%D0%A5f/main.html), що виникають у результаті хімічних процесів; в електрофорній машині — це сили пружності м'язів руки, що обертає диски машини, тощо.

**3. ЕРС та її фізичний зміст**. Кожне джерело струму характеризується роботою діючих у ньому сторонніх сил із переміщення одиниці позитивного заряду, тобто певною електрорушійною силою (ЕРС).

*ЕРС в замкнутому колі називають фізичну*[*величину*](http://asyan.org/potrf/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%2B7%2B%D0%9E%D0%B1%D0%BB%D1%96%D0%BA%2B%D0%B2%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%2B%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%B0f/main.html)*, яка чисельно дорівнює роботі сторонніх сил із переміщення одиничного позитивного заряду по всьому замкнутому колу:*

У системі CI

Будь-яке джерело струму по суті є перетворювачем енергії: в ньому і один який-небудь вид енергії перетворюється на електричний.
Закон Ома для ділянки кола: сила струму на ділянці кола прямо пропорційна напрузі та обернено пропорційна опору цієї ділянки:

*Послідовним з’єднанням провідників* називається таке з’єднання резисторів, коли кінець першого резистора з’єднується з початком другого, кінець другого – з початком третього і т.д.

*Паралельним з’єднанням провідників* називається таке з’єднання резисторів, коли початки резисторів з’єднуються між собою, а кінці – між собою.

Правила Кірхгофа.
Якщо в ланцюзі довільним чином (послідовно чи паралельно) включено кілька ЕРС і кілька резисторів, то для підрахунку повної ЕРС, що діє в колі, і значення сили струму на окремих ділянках варто скористатися сформульованими Г. Кірхгофом правилами. За прийнятою згодою струм вважається позитивним, якщо його напрямок відповідає напрямку руху позитивних зарядів. Друга умова: струм завжди спрямований від точки с більшим потенціалом до точки з меншим потенціалом.

 Якщо в колі є більше одного контуру (тобто є [елементи](http://asyan.org/potrf/%D0%A3%D0%A0%D0%9E%D0%9A%2B2%2B%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0.%2B%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%B2%27%D1%8F%D0%B7%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%2B%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%2B%D0%BD%D0%B0%2B%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97%2B%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B8%2B%D1%82%D0%B0%2B%D0%BF%D1%96%D1%80%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%B4%D0%B8%2B%D0%B7%2B%D1%86%D0%B8%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BC%2B%D1%96%2B%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%83%D1%81%D0%BE%D0%BCf/main.html), включені паралельно), то можна визначити поняття вузла – точки сполучення декількох провідників.

      Правило 1. Сума струмів, що входять у будь-який вузол кола, дорівнює сумі струмів, що виходять з цього вузла.

      Правило 2. Сума спадів напруги на кожному елементі будь-якого замкнутого контуру в колі дорівнює нулю.

Закон Ома для повного кола

В повному колі окрім опору навантаження є ще [джерело живлення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BE_%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%22%20%5Co%20%22%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BE%20%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F), яке має свій власний [внутрішній опір](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BD%D1%83%D1%82%D1%80%D1%96%D1%88%D0%BD%D1%96%D0%B9_%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%80%22%20%5Co%20%22%D0%92%D0%BD%D1%83%D1%82%D1%80%D1%96%D1%88%D0%BD%D1%96%D0%B9%20%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%80). Сила струму в ньому визначається формулою



де  — [електрорушійна сила](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%80%D1%83%D1%88%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%80%D1%83%D1%88%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0%20%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B0),  — опір навантаження,  -внутрішній опір джерела струму.

Домашнє завдання:

1. Вивчити параграф № 3, стор. 21-47, підручник «Електротехніка з основами промислової електроніки» А.М.Гуржій.
2. Вирішити задачі:

№1. Три споживачі електричної енергії опором 12 Ом, 9 Ом і 3 Ом сполучені послідовно. Напруга на кінцях кола 120 В. Знайти струм у колі та напругу на кожному споживачі.

№2. Електрична лампа опором 430 Ом увімкнута в мережу напругою 220 В. Опір підвідних проводів 10 Ом. Визначити спад напруги на лампі і на проводах.

ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

 l курс, група № 6

 Урок № 19

Тема: З`єднання обмоток зіркою і трикутником.

**Трифазне електричне коло — це сукупність трьох елект­ричних кіл, що мають синусоїдну ЕРС однакової частоти. ЕРС зсу­нуті за фазою на одну третину періоду.**Ці ЕРС генеруються в одному (звичайно машинному) джерелі живлення.

**Фазами**називають незалежні електричні кола з незалежними дже­релами живлення, що об'єднуються в одну систему.

**Фазами**також називаються незалежні джерела живлення кожного кола, що об'єднуються.

**Фазами**ще називаються приймачі електричної енергії в кожному колі, що об'єднуються.

За визначенням трифазної системи миттєві значення фазних ЕРС є:



Фази джерел позначаються буквами Л, В, С, а фази приймачів а, в, с. На рис. 11 наведено векторну діаграму ЕРС.

Трифазна система, що має однакові умови в усіх фазах (комплексні опори та амплітуди ЕРС рівні), називається симетричною.



Рис. 11

**З'єднання зіркою**

Три незалежних кола можна об'єднати таким чином, що кінці фазних обмоток генератора та фази приймачів утворять два вузли (рис. 12). Таке об'єднання називається **з'єднанням зіркою.**



Рис. 12

Провід, що з'єднує два вузли, називається **нейтральним, або нейтраллю.**Інші проводи (Аа, Вв, Сс) називаються **лінійними.**Напру­га на затискачах фаз генератора (або навантаження) називається **фаз­ною напругою.**Струм у обмотках фаз або фазних навантаженнях — це **фазний струм.**Напруга між лінійними проводами —**лінійна напруга.**Струм у лінійних проводах називається **лінійним струмом.**

Струм у нейтральному проводі



Якщо система симетрична, то



У цьому разі



Отже, якщо навантаження симетричне, струм у нейтральному про­воді відсутний.

Із схеми, наведеної на рис. 12, випливає



тобто при з'єднанні зіркою завжди лінійний струм є й фазним струмом. Лінійні напруги є різницею відповідних фазних напруг:



Векторна діаграма трифазного кола при з'єднанні у зірку наведена на рис. 13.

Вектори фазних напруг UA, UB, Uc зсунуті на третину періоду відносно один одного.

Струми у фазах відстають на кут ф, лінійні напруги визначають як геометричну різницю векторів.

При симетричному навантаженні із трикутників напруг випливає:



Рис.13



**При з'єднанні зіркою використовують основні співвідношення**



Застосовують трипровідну та чотирипровідну схему з'єднан­ня приймачів зіркою. Трифазні приймачі електричної енергії, що мають гарантоване симеїрїгше навантаження, умикають за **трипроводною схемою**(тобто без нульового провода). Типовим навантаженням такого

типу є трифазні асинхронні двигуни, що мають симетричне наванта­ження фаз.

Звичайні однофазні приймачі електричної енергії (побутові прила­ди, лампи, електричні інструменти тощо) умикаються за чотирипровід-ною схемою (тобто з нульовим проводом). Нульовий провід забезпечує однакові фазні напруги на приймачах при несиметричному наванта­женні. Крім того, можна застосовувати як лінейну, так і фазну напругу на приймачах.



Рис.14

Вмикання споживачів у трифаз­ну систему виконують згідно зі схемою, наведеною на рис. 14.

У нейтральний провід запобіжник не ставлять тому, що при неповній симетрії може виникнути явище «перекіс фаз». Це таке явище, коли в деяких фазах буде підвищена, а у декотрих — знижена напруга. Наявність нейтрального провода дає змогу уникнути цього явища.

**З'єднання трикутником**

Обмотки генератора та навантаження можна об'єднати так, як наведено на рис. 15. Це з'єднання називається з'єднанням **трикутни­ком.**У цьому разі коло буде трипровідним.



Рис.15

Із схеми з'єднання трикутником випливає



тобто при з'єднанні трикутником завжди лінійна напруга є і фазною напругою. За законом Кірхгофа лінійні струми зв'язані із фазними співвідношеннями:



Векторну діаграму (рис. 16) зруч­но починати будувати з векторів лінійних (вони ж і фазні) напруг. Фазні струми відстають від них на кут ф за симетрією.

У цьому разі з трикутників струмів можна дістати співвідношення



Рис.16



Таким чином, якщо коло має з'єднання трикутником, **основні розрахункові співвідношення мають такий вигляд:**





Рис.17

До трифазної системи при ( з'єднанні трикутником навантаження вмикається за схемою, що наведена

на рис. 5.7. Перевагою цього з'єднання є відсутність четвертого провода. Крім того, якщо навантаження з'єднане трикутником, то явище пе­рекосу фаз не виникає.

Домашнє завдання:

1.Вивчити параграф № 3, стор.49, параграф №7, стор. 198, підручник «Електротехніка з основами промислової електроніки» А.М.Гуржій.

2.Вирішити задачі:

Задача №1.

 Розрахувати струми віток електричного кола постійного струму методом контурних струмів. Скласти рівняння балансу потужностей кола .Вихідні дані: E1 = 120 B; E2 = 150 B; Ro1 = 2 Ом; Ro2 = 2 Ом; R1 = 8 Ом; R2 = 13 Ом; R3 = 5 Ом.

Задача №2.

Визначити силу, яка діє на кожен із трьох провідників розміщених в вершинах рівносторонього трикутника із стороною а= 10 см. Сила струму в провідниках становить 1000 А, довжина провідників становить 1м. Струми мають однаковий напрямок. Привести розрахункову схему.

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

Група №!10; група № 4.

Урок №1.

Тема: Значення енергоефективності та енергозбереження.

Види енергій. Одиниці вимірювання.

**Енергозбереження** стосується зменшення споживання енергії за рахунок використання меншої кількості енергетичних послуг. Енергозбереження відрізняється від [енергоефективності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%22%20%5Co%20%22%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), яке стосується використання меншої кількості енергії в тій самій послузі.[1] Наприклад, менше користуватись авто — енергозбереження, а пересісти на авто з меншою витратою палива — енергоефективність. Але і енергозбереження, і енергоефективність є техніками зменшення використання енергії.

Хоч енергозбереження і зменшує споживання енергетичних послуг, його результатом може бути зростання якості [довкілля](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F%22%20%5Co%20%22%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F), [національної безпеки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8%22%20%5Co%20%22%D0%9D%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%20%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8), та [особистої фінансової безпеки](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9E%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0&action=edit&redlink=1" \o "Особиста безпека (ще не написана)). Енергозбереження знаходиться на вершині сталої [енергетичної ієрархії](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D1%94%D1%80%D0%B0%D1%80%D1%85%D1%96%D1%8F&action=edit&redlink=1" \o "Енергетична ієрархія (ще не написана)).