


# Електричні кола трифазного струму



- 
- 1. Основні положення*
  - 2. З'єднання зіркою*
  - 3. З'єднання трикутником*
  - 4. Потужність трифазної системи*

# *1. Основні положення*



*З метою заощадження електричної енергії під час її транспортування та ефективності її використання у техніці об'єднують низку кіл з незалежними джерелами живлення в одну систему.*

*Широко використовуються трифазні та шестифазні кола.*

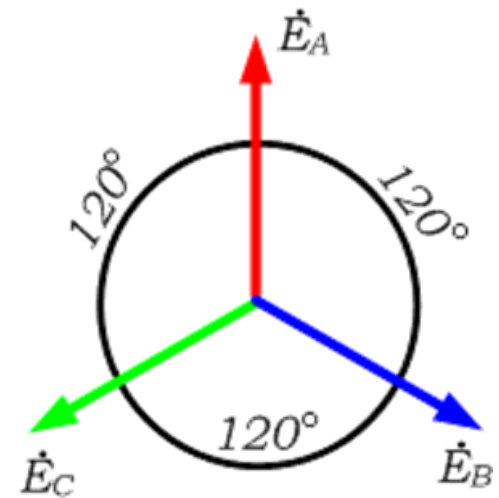
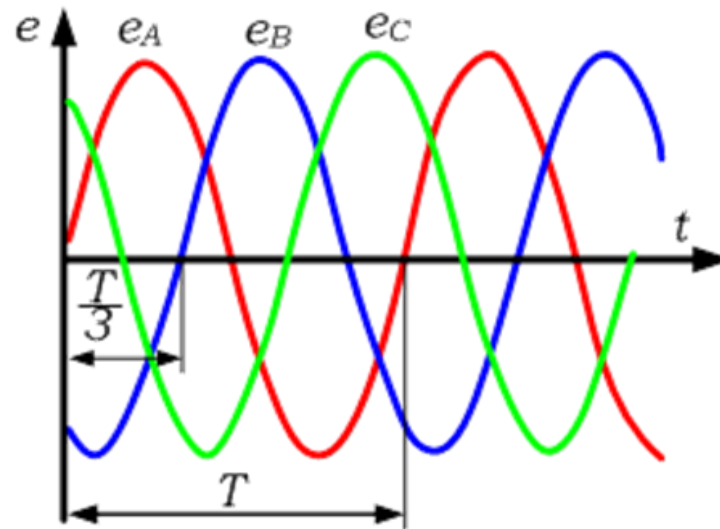
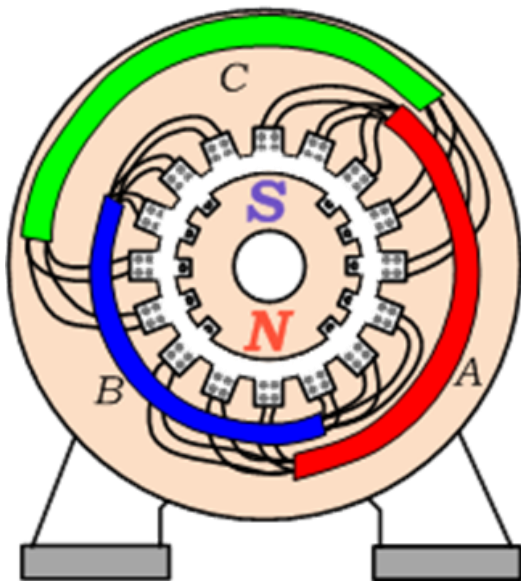
*Трифазну систему вперше розробив та впровадив наприкінці XIX ст. М.О. Доліво-Добровольський.*

*Джерелом енергії у трифазних системах є три обмотки генератора. Обмотки укладаються таким чином, що вони індують змінні ЕРС, які зсунуті на третину періоду.*

*Доліво-Добровольський Михайл Осипович (1861- 1919) – видатний російський електротехнік, один з засновників техніки трифазного змінного струму*

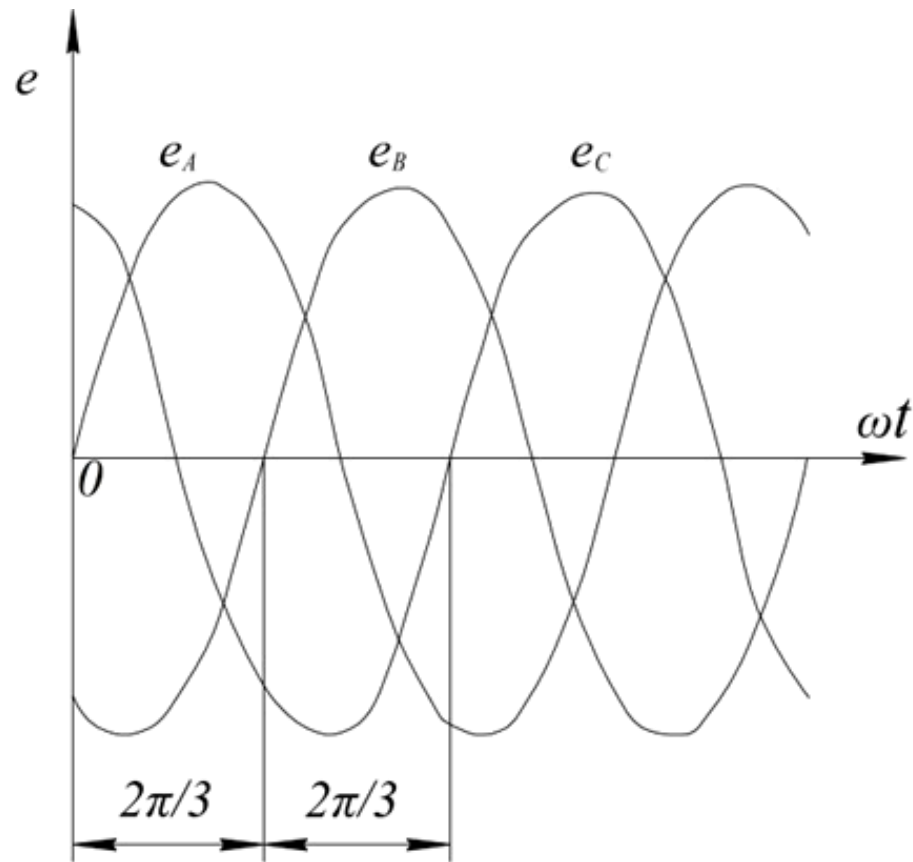
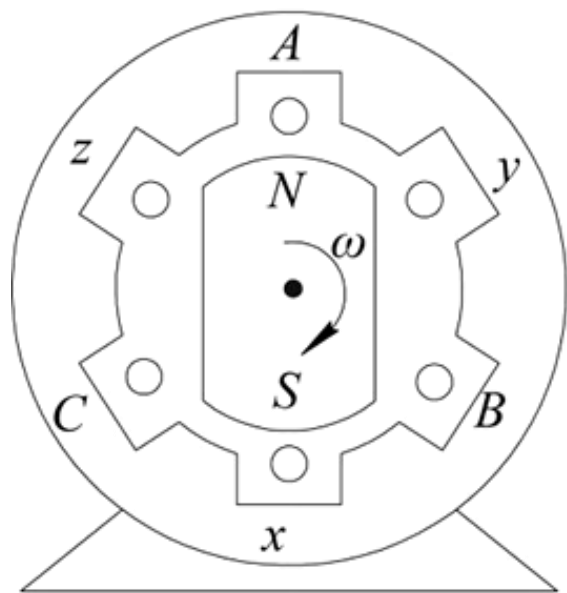
*Коло трифазного змінного струму* - це сукупність трьох однофазних кіл, в яких одночасно діють три рівні за величиною і зміщені за фазою одна відносно іншої на третину періоду ( $120^\circ$ ) синусоїдні е.р.с. однакової частоти.

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



*При обертанні ротора з рівномірною швидкістю в обмотках фаз статора індуються синусоїдальні ЕРС однакової частоти і амплітуди, але відмінні внаслідок просторового зсуву один від одного по фазі на кут  $120^\circ$ .*

*Кожне окреме коло, яке складається з обмотки генератора, двох проводів і споживача, називається **фазою** трифазної системи. Початки обмоток фаз прийнято позначати великими літерами **A, B, C**, а кінці відповідно малими **x, y, z**.*



**Існують трипровідна і чотирипровідна системи.**

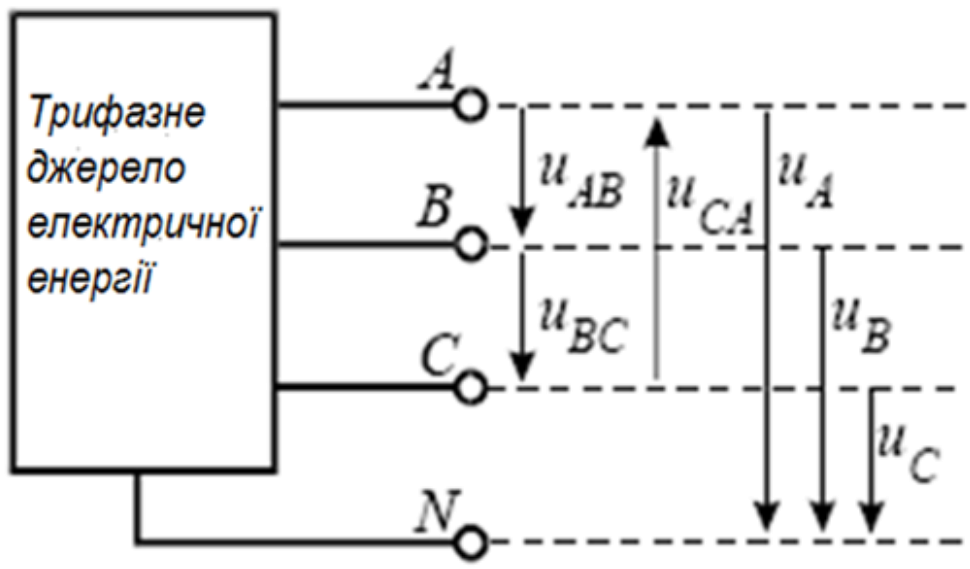
Три проводи, які сполучають генератор змінного струму з споживачами, називаються **лінійними проводами**, або трифазною лінією.

У чотирипровідній системі трифазного струму є дві різні напруги: **фазна і лінійна**.

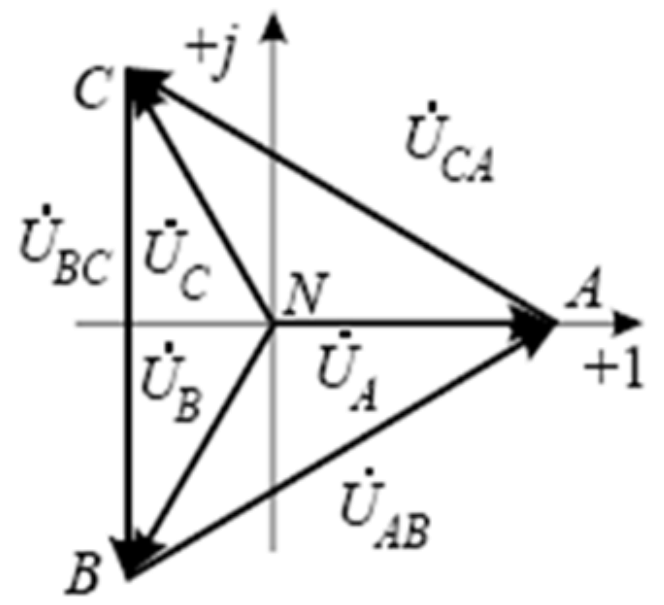
**Фазною** називається напруга між лінійним і нульовим і проводами  $U_A, U_B, U_C$ .

**Лінійною** називається напруга між двома будь - якими лінійними проводами  $U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}$ .





a)

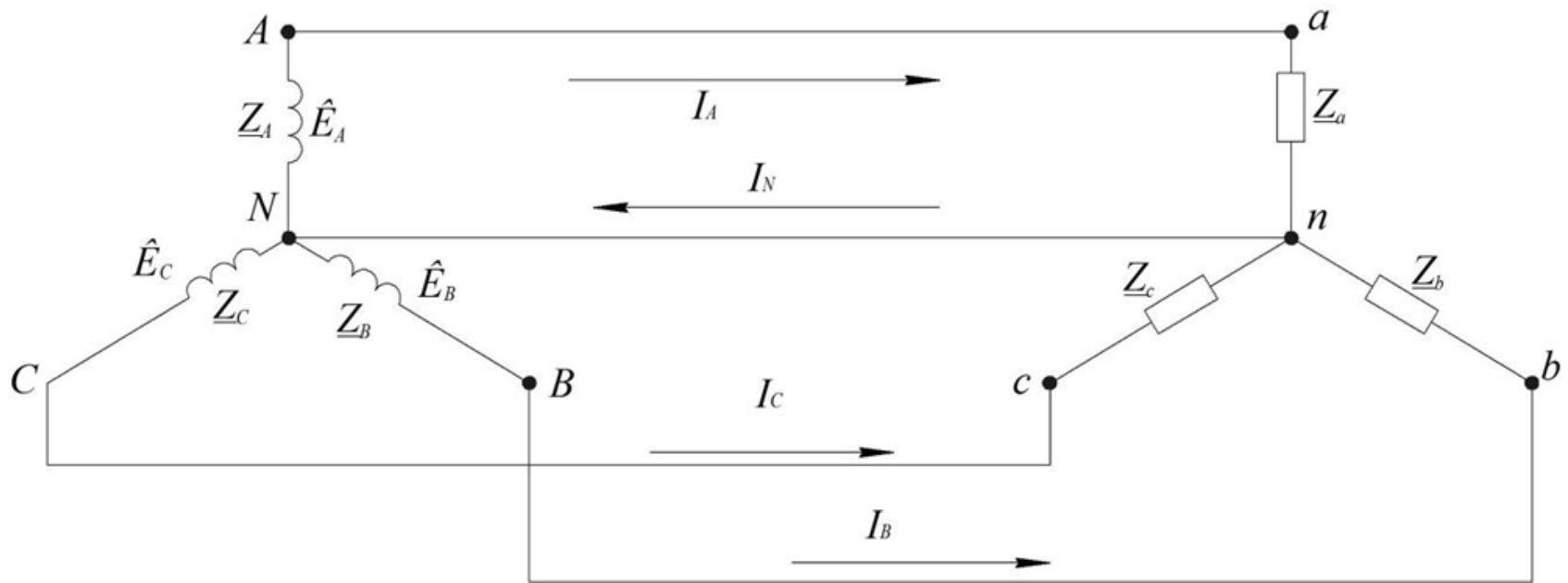


б)

## *2. З'єднання зіркою*



**З'єднання**, при якому кінці трьох струмоприймачів з опором  $Z_A$ ,  $Z_B$ ,  $Z_C$ , з'єднані в одну спільну точку, а до їх початків підведена напруга трифазного змінного струму, називається **зіркою** (рис. 4). Кожний із цих однофазних струмоприймачів називають фазою.




*Точка з'єднання кінців споживачів називається нейтральною, а провідник, який з'єднує її з нейтральною точкою джерела – нейтральним провідником.*

*Решту провідників, які з'єднують джерело із споживачем, називають лінійними.*


*Струми в лінійних провідниках називають лінійними, а струми в струмоприймачах (у фазах) – фазними.*

*При з'єднанні струмоприймачів зіркою, лінійні струми дорівнюють фазним:  $I_{л}=I_{ф}$ , а напруги  $U_{л}=\sqrt{3}\cdot U_{ф}$  струм в нейтральному провіднику  $I_N$  дорівнює геометричній сумі струмів фаз:  $I_N = I_A + I_B + I_C$ .*



*При з'єднанні зіркою застосовують трипровідну та чотирипровідну схеми з'єднання. Трифазні приймачі електричної енергії, що мають гарантоване симетричне навантаження, вмикають за трипровідною схемою (тобто без нульового проводу). Типовим навантаженням такого типу є трифазні асинхронні двигуни, що мають симетричне навантаження фаз.*

*Звичайні однофазні приймачі електричної енергії (побутові прилади, лампи, електричні інструменти, тощо) вмикаються за чотирипровідною схемою (тобто з нульовим проводом).*



*Нульовий провід забезпечує однакові напруги на приймачах при несиметричному навантаженні. Крім того, можна застосовувати як лінійну, так і фазну напругу на приймачах.*

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



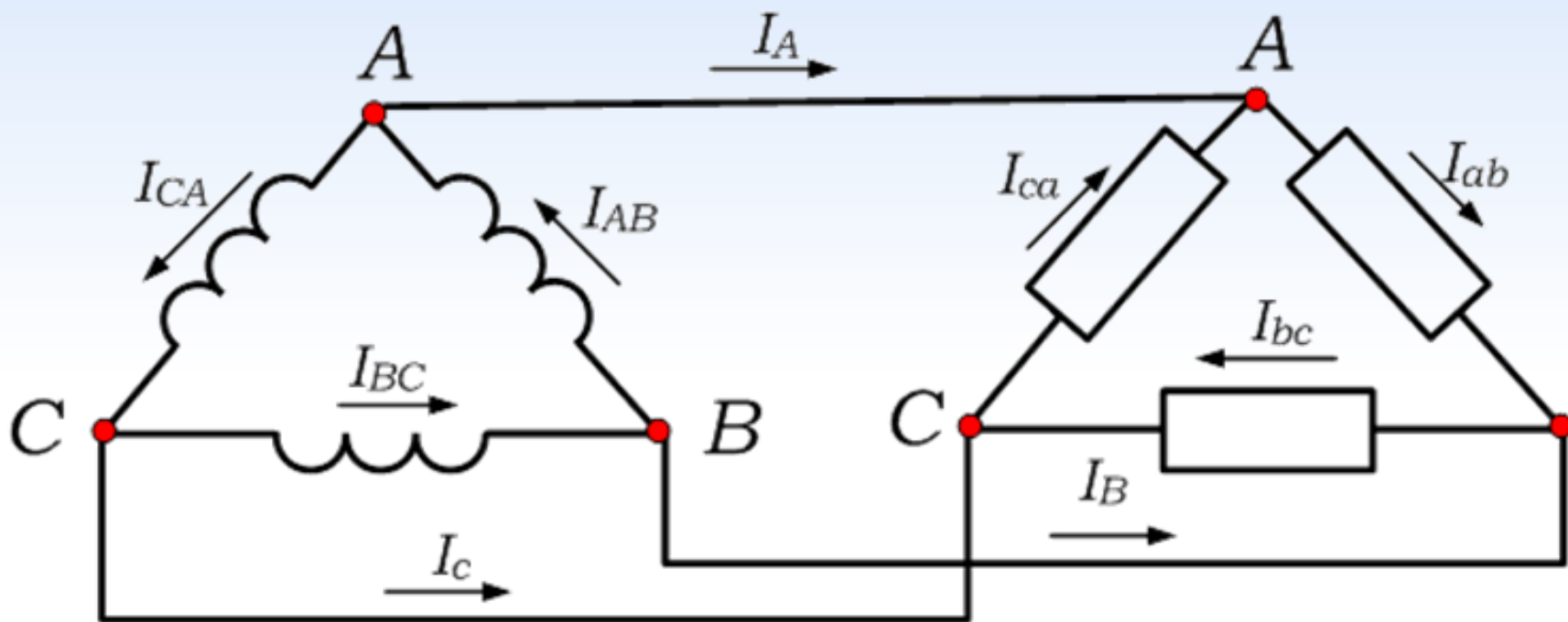
**Що ж далі?**

# *3. З'єднання трикутником*





**Трикутник** - це з'єднання, при якому до кінця однієї обмотки приєднується початок іншої, а до вершин утвореного таким чином трикутника підведені лінійні провідники.

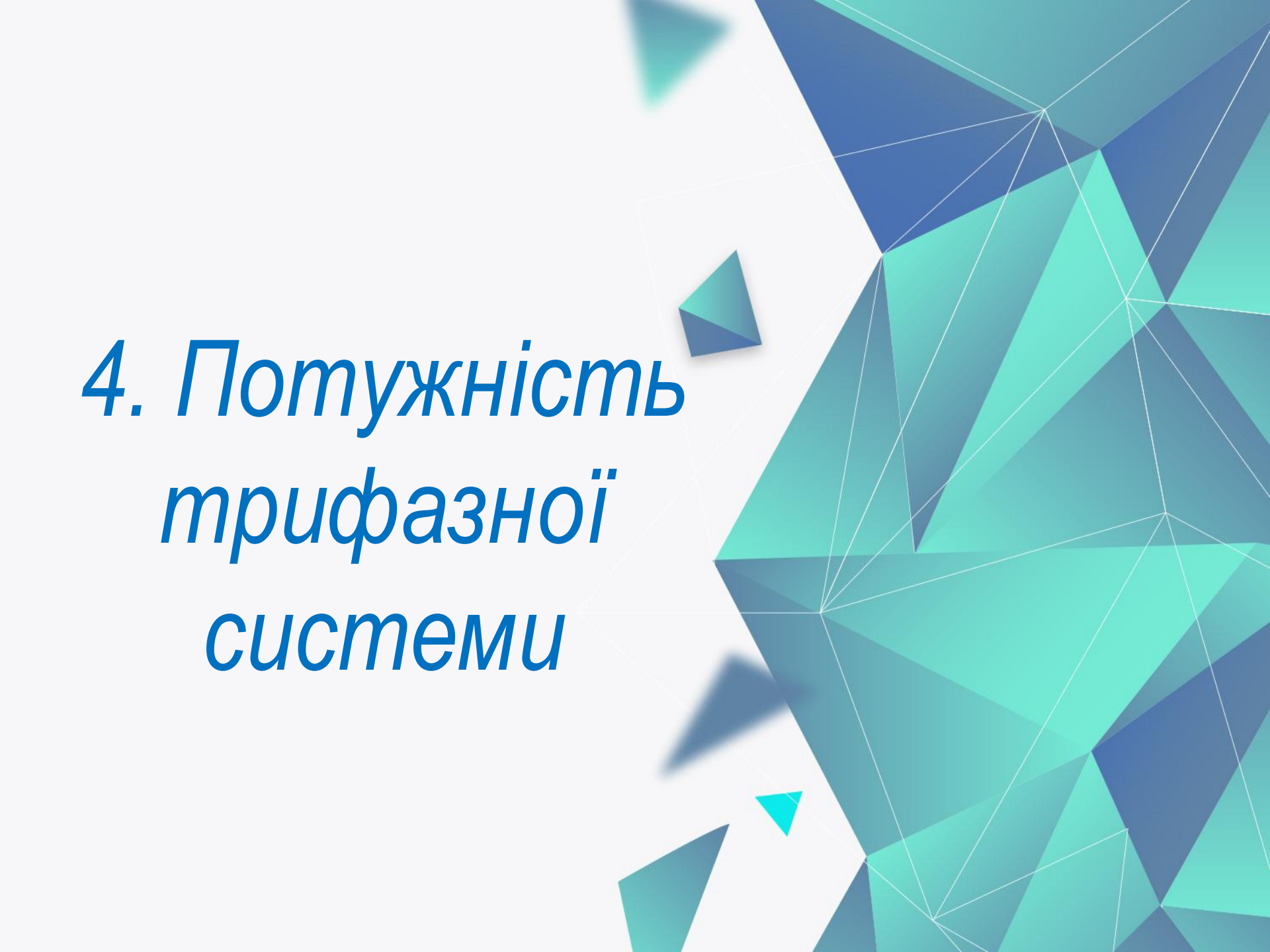


Зі схеми видно, що при з'єднанні трикутником лінійні напруги дорівнюють фазним, оскільки як одні, так і інші визначаються як різниця потенціалів між одними і тими ж точками, тобто:  $U_l = U_f$ , тобто при з'єднанні трикутником завжди лінійна напруга є і фазною напругою.

Лінійні струми за значеннями перевищують фазні в  $\sqrt{3}$ , тобто:  $I_l = \sqrt{3} \cdot I_f$ .

**Перевагою цього з'єднання є відсутність четвертого провідника.** Крім того, якщо навантаження з'єднане трикутником, то явище перекосу фаз не виникає. У цьому разі коло буде трипровідним.

# *4. Потужність трифазної системи*



Потужність трифазного кола можна визначити як суму потужностей усіх фаз та потужності нейтрального проводу, тобто:

$$S = S_A + S_B + S_C + S_N$$

Але потужністю, що виділяється у нейтральному проводі, можна знехтувати.

Дійсна частина потужності трифазного кола

$$P = P_A + P_B + P_C$$

називається *активною потужністю кола*,

а уявна —  $Q = Q_A + Q_B + Q_C$  називається *реактивною*.

В симетричній системі  $U$ ,  $I$ ,  $\cos\varphi$  однакові в кожній фазі, тому: В симетричній системі  $U$ ,  $I$ ,  $\cos\varphi$  однакові в кожній фазі. То

$$P = 3P_\phi = 3U_\phi \cdot I_\phi \cdot \cos\varphi$$

Аналогічна реактивна потужність дорівнює:

$$Q = 3U_{\phi} I_{\phi} \sin\varphi$$

і повна:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

При з'єднанні зіркою:  $I_{Л} = I_{\phi}$        $U_{Л} = \sqrt{3} U_{\phi}$


а також

$$P = \sqrt{3} U_{\phi} I_{\phi} \cos\varphi$$
$$Q = \sqrt{3} U_{\phi} I_{\phi} \sin\varphi$$
$$S = \sqrt{3} U_{\phi} I_{\phi}$$

При з'єднанні трикутником:  $U_{Л} = U_{\phi}$ ,       $I_{Л} = \sqrt{3} I_{\phi}$

а також

$$P = \sqrt{3} U_{Л} I_{Л} \cos\varphi$$
$$Q = \sqrt{3} U_{Л} I_{Л} \sin\varphi$$
$$S = \sqrt{3} U_{Л} I_{Л}$$



*Таким чином, співвідношення для потужності (активної, реактивної чи повної) не залежать від виду з'єднання.*

*Але із цих формул не можна робити висновок, що потужність не змінюється зі зміною способу з'єднання навантаження тому, що при цьому змінюються лінійні та фазні величини.*



*Час набиратись сил для нових знань 😊*