

Розділ II. Кола однофазного та трифазного синусоїдального струму
Тема 2.1 «Кола однофазного та трифазного змінного струму»

Лекція 8

Фазні та лінійні струми і напруги, співвідношення між ними. Потужність трифазних кіл

Мета: оволодіти знаннями про фазні та лінійні струми і напруги, співвідношення між ними. Навчитись розраховувати потужність трифазних кіл

Методи: словесний, практичний, наочний.

План:

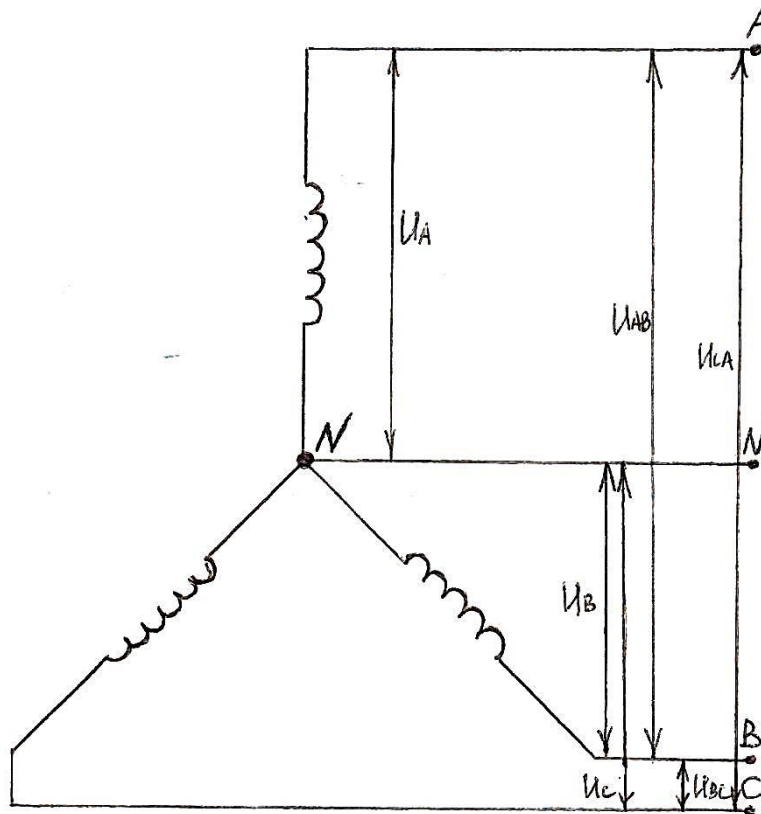
1. Фазні та лінійні струми і напруги, співвідношення між ними.
2. Потужність трифазних кіл.

1. Фазні та лінійні струми і напруги, співвідношення між ними.

У ланцюгах трифазного струму незалежно від способу з'єднання розрізняють два типи напруг – лінійні U_L й фазні U_F , і два типи струмів – лінійні I_L й фазні I_F . Напруга між двома лінійними проводами називається *лінійною*, а між лінійним і нульовим проводом - *фазною*. Струми, що протікають у лінійних проводах, називаються *лінійними*, а в навантаженнях фаз - *фазними*.

З'єднання обмоток генератора «зіркою».

Для з'єднання обмоток генератора «зіркою» кінці фаз з'єднують в загальну точку N, яку називають нейтральною, а початок обмоток підключають до споживачів енергії.



Мал. 1. З'єднання обмоток генератора «зіркою»

На мал. 1 A, B, C – це лінійні проводи, точка N – нульова точка. Також точку N називають нейтральною, якщо вона з'єднана з землею. Нульовий провід N призначений для вирівнювання напруг на фазах при несиметричному навантаженні.

Напруга між лінійним проводом і нульовою точкою називається фазною напругою (U_A, U_B, U_C).

В загальному вигляді фазна напруга:

$$U_F: U_A, U_B, U_C$$

Напруга між лінійними проводами називається лінійною (U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}).

В загальному вигляді лінійна напруга

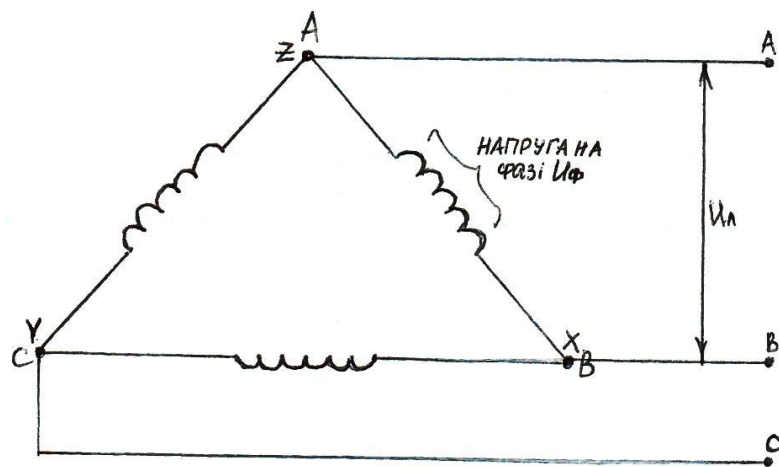
$U_L: U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}$

Співвідношення фазних та лінійних струмів та напруг при з'єднанні обмоток генератора «зіркою»:

$$I_L = I_\Phi$$
$$U_L = \sqrt{3}U_\Phi$$

З'єднання обмоток генератора «трикутником».

Щоб з'єднати обмотки генератора в «трикутник» кінці одних фаз з'єднують з початком інших фаз по чергову, і до точок з'єднання підключають лінійні проводи.



Мал. 2. З'єднання обмоток генератора «трикутником»

На мал. 2:

A – початок обмотки, x – кінець обмотки;

B – початок обмотки, y – кінець обмотки;

C – початок обмотки, z – кінець обмотки.

Співвідношення фазних та лінійних струмів і напруг при з'єднанні обмоток «трикутником»:

$$U_L = U_\Phi$$
$$I_L = \sqrt{3}I_\Phi$$

2. Потужність трифазних кіл.

Враховуючи залежність між фазними та лінійними значеннями струмів та напруг при з'єднанні споживачів «зіркою» і «трикутником», ми отримаємо один і той же вираз для потужності, виражений через лінійні значення струму та напруги:

$$P = 3P_\Phi = 3U_\Phi I_\Phi \cos\varphi = \sqrt{3}U_L I_L \cos\varphi$$

Для симетричного навантаження трифазної системи матимуть місце такі співвідношення для активної, реактивної та повної потужностей:

$$P = \sqrt{3}U_L I_L \cos\varphi$$
$$Q = \sqrt{3}U_L I_L \sin\varphi$$
$$S = \sqrt{3}U_L I_L = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

де: P – активна (корисна) потужність;

Q – реактивна потужність;

S – повна потужність.

Знання, корисні для практики!

Фаза напруга.

Для створення трифазних мереж потрібно провести від генератора до споживачів лінію електропередачі, що складається з трьох фазних проводів і одного нульового.

Звичайно, в реальних мережах для зменшення втрат у проводах на обох кінцях ліній підключаються ще й підвищуючі та понижуючі трансформатори, але реальної картини роботи мережі це не змінює.

Нульовий провід потрібний, щоб зафіксувати передати до споживача потенціал загального виведення генератора, адже саме щодо нього створюється напруга у кожному фазному дроті.

Таким чином, фазна напруга утворюється та вимірюється щодо загальної точки з'єднання обмоток нульового дроту. У добре збалансованій за навантаженням трифазній мережі через нульовий провід тече мінімальний струм.

На виході трифазної лінії електропередачі є три фазні дроти: L1, L2, L3 та один нульовий - N. За існуючими євростандартами вони повинні мати колірні позначення:

- L1 - коричневий;
- L2 - чорний;
- L3 - сірий;
- N - синій;
- Жовто-зелений для захисного заземлення.

Такі лінії підводяться до великих серйозних споживачів: підприємств, міських мікрорайонів тощо. Але малопотужним кінцевим споживачам, як правило, не потрібні три джерела напруги, тому вони підключаються до однофазних мереж, де є лише один фазний та один нульовий провід.

Рівномірним розподілом навантажень у кожній із трьох однофазних ліній забезпечується баланс фаз у трифазній системі електропостачання.

Таким чином, для організації однофазних мереж використовується напруга одного з фазних дротів щодо нульового. Така напруга і називається фазною.

За прийнятим у більшості країн стандартом для кінцевих споживачів воно має становити 220 В. На нього розраховується та випускається практично все побутове електрообладнання. У США та деяких країнах Латинської Америки для однофазних мереж прийнято стандартну напругу 127 В, а подекуди і 110 В.

Лінійна напруга.

Переваги однофазної мережі в тому, що один із проводів має потенціал, близький до потенціалу Землі.

Це, по-перше, допомагає забезпечувати електробезпеку обладнання, коли ризик ураження електрострумом становить лише один фазний провід.

По-друге, така схема зручна для розведення мереж, розрахунку та розуміння їхньої роботи, проведення вимірювань. Так, для знаходження фазного дроту не потрібні спеціальні вимірювальні прилади, достатньо мати індикаторну викрутку.

Але від трьохфазних мереж можна отримати ще одну напругу, якщо підключити навантаження між двома фазними проводами. Воно буде за значенням вище фазної напруги, тому що буде проекцією на координатну вісь не одного вектора, а двох, розташованих під кутом в 120° один до одного.

Ця «доважка» і даватиме приріст приблизно в 73%, або $\sqrt{3}-1$. За існуючим стандартом лінійна напруга в трифазній мережі має дорівнювати 380 В.