

1.4. Трифазні кола.

□ Прочитайте і опрацюйте:

Л6, с. 130...167; Л5, с. 53...208.



Короткі теоретичні відомості та методичні вказівки:

1. Трифазна система змінного струму.

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 ХІХ ст. М.О. Доливо-Добровольський. Джерелом енергії у трифазних системах є три обмотки генератора. Обмотки укладаються таким чином, що вони індукують змінні ЕРС, які зсунуті на третину періоду.

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.

Фази джерел позначаються буквами A , B , C , а фази приймачів a , b , c . На рис. 1.4.1. наведено векторну діаграму ЕРС.

такові умови в усіх фазах, називається

сі

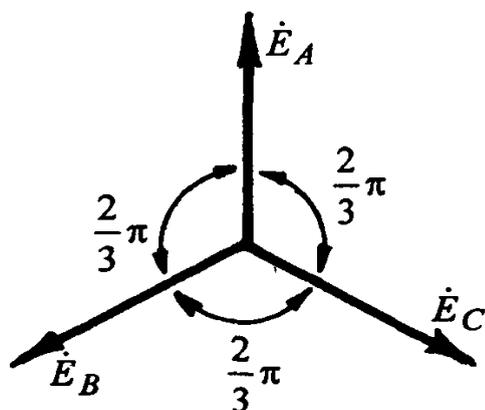
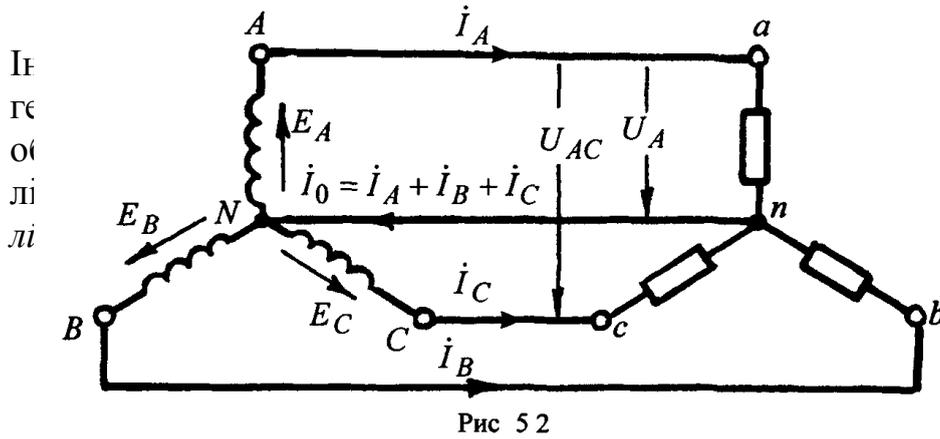


Рис. 5.1

1. З'єднання зіркою.

Три незалежних кола можна об'єднати таким чином, що кінці фазних обмоток генератора та фази приймачів утворять два вузли (рис. 1.4.2). Таке об'єднання називається *з'єднанням зіркою*.



ї, або *нейтралю*.
на затискачах фаз
тригою. Струм у
ррум. Напряга між
водах називається

Рис. 1.4.2.

Струм у нейтральному проводі:

$$i_0 = i_A + i_B + i_C \quad (1.4.1)$$

Якщо навантаження симетричне, струм у нейтральному проводі відсутній.
Із схеми, наведеної на рис. 1.4.2., випливає

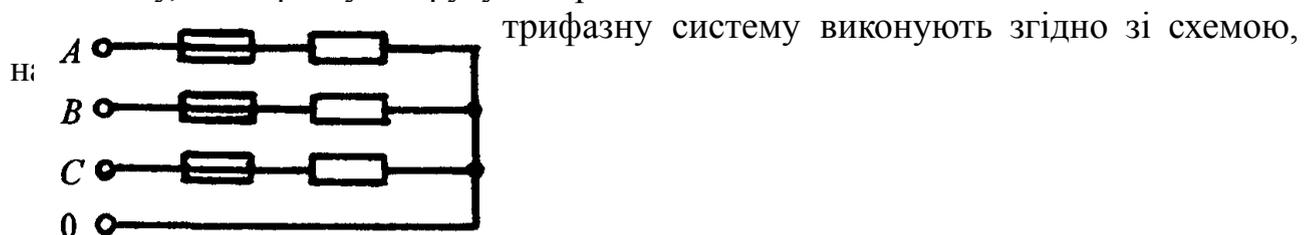
$$I_L = I_\phi$$

тобто при з'єднанні зіркою завжди лінійний струм є й фазним струмом.
При симетричному навантаженні випливає:

$$U_L = \sqrt{3} \cdot U_\phi$$

Застосовують трипровідну та чотиріпровідну схему з'єднання приймачів зіркою. 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) умикаються за чотиріпровідною схемою (тобто з нульовим проводом). Нульовий провід забезпечує однакові фазні напруги на приймачах при несиметричному навантаженні. Крім того, можна застосовувати як лінійну, так і фазну напругу на приймачах.



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.

3. З'єднання трикутником

Обмотки генератора та навантаження можна об'єднати так, як наведено на рис. 1.4.4. Це з'єднання називається з'єднанням *трикутником*. У цьому разі коло буде трипровідним.

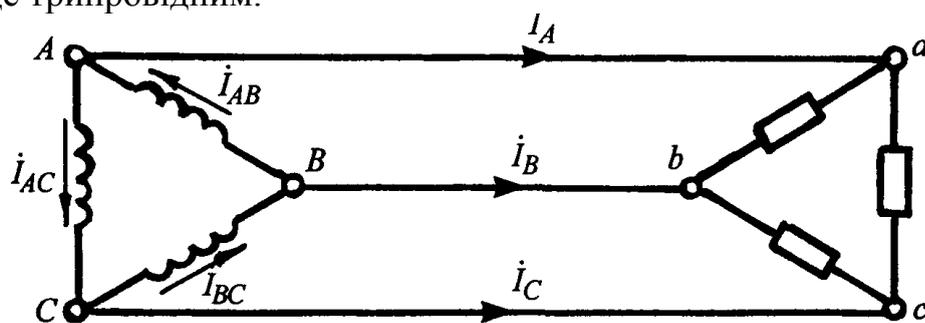


Рис. 5.5

Із схеми з'єднання трикутником випливає:

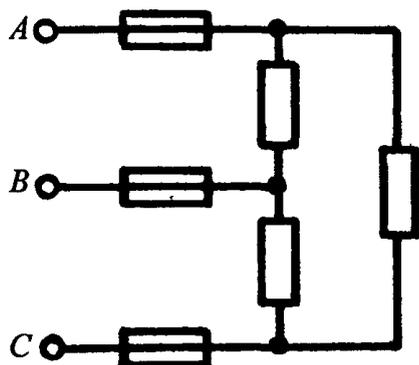


Рис. 5.7

Рис. 1.4.5

$$U_L = U_\phi,$$

тобто при з'єднанні трикутником завжди лінійна напруга є і фазною напругою.

Можна дістати співвідношення струмів:

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_\phi$$

До трифазної системи при з'єднанні трикутником навантаження вмикається за схемою, що наведена на рис. 1.4.5. Перевагою цього з'єднання є відсутність четвертого провода. Крім того, якщо навантаження з'єднане трикутником, то явище перекошу фаз не виникає.

4. Потужність трифазної системи

Активною потужністю називають суму активних потужностей усіх фаз та потужності, що виділяється у колі нейтрального провода, тобто:

$$P = P_A + P_B + P_C + P_N \quad (1.4.2)$$

Часто потужністю P_N нехтують та вважають, що

$$P = P_A + P_B + P_C \quad (1.4.3)$$

Таким же чином визначають і реактивну потужність:

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C \quad (1.4.4)$$

За симетричною системою:

$$P = 3 \cdot P_\phi \quad (1.4.5)$$

$$Q = 3 \cdot Q_\phi \quad (1.4.6)$$

Якщо фазні потужності:

$$P_\phi = U_\phi \cdot I_\phi \cdot \cos \varphi \quad (1.4.7)$$

$$Q_\phi = U_\phi \cdot I_\phi \cdot \sin \varphi \quad (1.4.8)$$

то

$$P_\phi = 3 \cdot U_\phi \cdot I_\phi \cdot \cos \varphi \quad (1.4.9)$$

$$Q = 3 \cdot U_\phi \cdot I_\phi \cdot \sin \varphi \quad (1.4.10)$$

Повна потужність

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1.4.11)$$

$$S = 3 \cdot U_\phi \cdot I_\phi \quad (1.4.12)$$

Вирази потужності можна записати також за допомогою лінійних величин.
Щодо з'єднання зіркою:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U_{\text{Л}} \cdot I_{\text{Л}} \cdot \sin \varphi$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U_{\text{Л}} \cdot I_{\text{Л}}$$

Щодо з'єднання трикутником

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{\text{Л}} \cdot I_{\text{Л}} \cdot \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U_{\text{Л}} \cdot I_{\text{Л}} \cdot \sin \varphi$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U_{\text{Л}} \cdot I_{\text{Л}}$$

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.

 **Запам'ятайте:**

При з'єднанні зіркою використовують основні співвідношення.

$$I_{\text{Л}} = I_{\phi}$$

$$U_{\text{AB}} = U_{\text{A}} - U_{\text{B}}$$

$$U_{\text{BC}} = U_{\text{B}} - U_{\text{C}}$$

$$U_{\text{CA}} = U_{\text{C}} - U_{\text{A}}$$

$$U_{\text{Л}} = \sqrt{3} \cdot U_{\phi}$$

Якщо коло має з'єднання трикутником, основні розрахункові співвідношення мають такий вигляд:

$$U_{\text{Л}} = U_{\phi}$$

$$I_{\text{A}} = I_{\text{AB}} - I_{\text{AC}}$$

$$I_{\text{B}} = I_{\text{AB}} - I_{\text{AC}}$$

$$I_{\text{C}} = I_{\text{AC}} - I_{\text{BC}}$$

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_\phi \text{ (за симетричним навантаженням)}$$

?Питання для самоконтролю:

1. Що називається фазним струмом і фазною напругою?
2. Які існують залежності між фазними і лінійними величинами?
3. Як розраховують трифазні кола з рівномірним навантаженням при з'єднанні приймачів „зіркою” і „трикутником”?
4. Призначення нульового провода і трифазній мережі. До яких наслідків приводить обрив нульового провода?
5. Як розраховують трифазні кола при з'єднанні „зіркою” і „трикутником”?